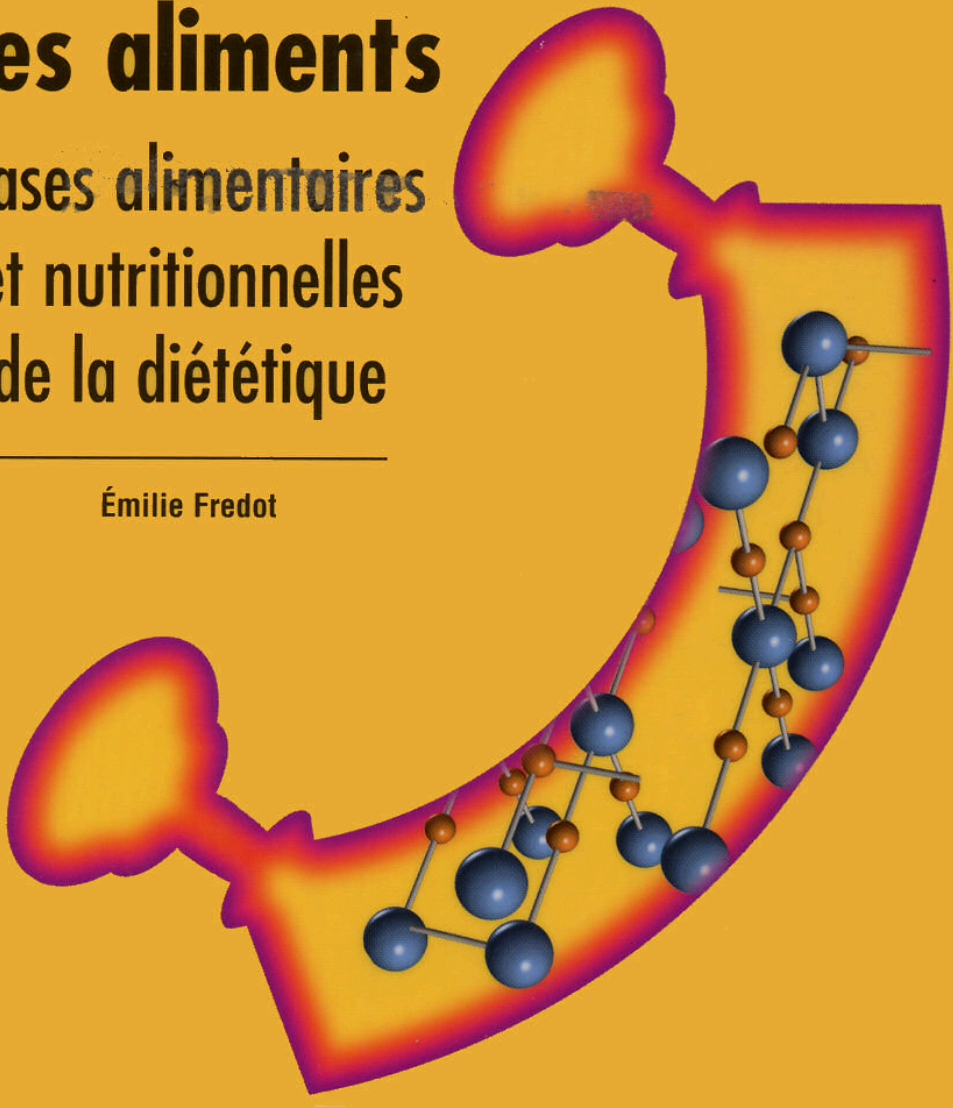
Connaissance des aliments

Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique

Émilie Fredot



Editions TEC & DOC

Lavoisier

Connaissance des aliments

Émilie Fredot
diététicienne
enseignante en section diététique
Institut de commerce et de gestion (ICOGES), Paris

Editions TEC & DOC
11, rue Lavoisier
F-75008 Paris

Editions Médicales internationales
Allée de la Croix Bossée
F-94234 Cachan cedex

LONDRES - PARIS - NEW YORK

Dans la même collection

Économie – gestion – Bases économiques, financières et juridiques de la diététique
M. Camus, 2e édition, 2005

Physiopathologie – Bases physiopathologiques de la diététique
C. Carip, 2e édition, 2004

Physiologie – Bases physiologiques de la diététique
C. Carip, F. Louet, 2004

Techniques culinaires – Bases culinaires de la diététique
L. Cariel, V. Liégeois, M.-H. Salavert, 2002

Biochimie – Bases biochimiques de la diététique
O. Masson, 2002

Préparer l'épreuve de physiopathologie
C. Carip, F. Louet, 2001

Chez le même éditeur

Les comportements alimentaires
collection « Sciences et techniques agroalimentaires »
D. Chapelot, J. Louis-Sylvestre, coord., 2004

Apports nutritionnels conseillés pour les enfants et adolescents sportifs de haut niveau de performance
Agence française de sécurité sanitaire des aliments/M. Vidailhet, coord., 2004

Sécurité alimentaire du consommateur
collection « Sciences et techniques agroalimentaires »
M. Moll, N. Moll, 2e édition, 2002

Apports nutritionnels conseillés pour la population française
Agence française de sécurité sanitaire des aliments/A. Martin, coord., 3e édition, 2000

Aliments, alimentation et santé : questions/réponses
GREEN (Groupe de recherche en éducation nutritionnelle), 2e édition, 2000

© LAVOISIER, 2005

ISBN : 2-7430-0810-5

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1er juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5 et Code pénal art. 425).

Avant-propos

Le présent ouvrage a pour but de faciliter l'enseignement de la connaissance des aliments dans le cadre du BTS diététique. Pour ce faire, nous avons respecté le cadre du programme tel qu'il est formulé actuellement.

Il comprend :

- l'évolution de la consommation et la consommation actuelle ;
- les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques ;
- les intérêts nutritionnels, les équivalences alimentaires, la place dans l'alimentation rationnelle ;
- les caractères hygiéniques (parasitologiques, microbiologiques, toxicologiques) ;
- la technologie (de fabrication, de transformation, de conservation, de distribution) ;
- la diffusion et les utilisations au niveau familial et collectif ;
- le rapport qualité-prix.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Programme	Voir page
1. Introduction générale à l'étude des aliments : – notion sur l'aptitude des aliments à répondre aux besoins (utilisation digestive, utilisation métabolique) ; – notions concernant les qualités organoleptiques, les qualités hygiéniques des aliments ; – notions de rapport qualité-prix en fonction de leur utilisation en milieu familial et collectif ; – modifications générales induites par les traitements subis par les aliments.	
2. Étude des procédés de conservation des denrées alimentaires : – justification de leur nécessité ; – principes des procédés de conservation ; – incidences sur les qualités organoleptiques, hygiéniques et nutritionnelles ; – formes de commercialisation ; – règles de stockage et conseils d'utilisation des denrées alimentaires conservées en milieu familial et collectif.	3
3. Étude des différents groupes d'aliments traditionnels :	
3.1. Produits laitiers :	9
– étude du lait de vache :	
• valeur nutritionnelle de la matière première : le lait cru de mélange.	13
• hygiène du lait cru :	11
• contaminations : micro-organismes, substances étrangères ; • prophylaxie ; • moyens de lutte qui débouchent sur l'étude technologique des divers modes de conservation du lait et incidences sur la valeur nutritionnelle du lait cru de mélange ;	
– les laits modifiés (gélifiés, emprésurés, fermentés) : • technologie ; • valeur nutritionnelle ;	31
– étude comparée de quelques autres laits (chèvre, brebis) ;	30
– fromages : • technologies traditionnelles et nouvelles ; • valeur nutritionnelle ;	42
– place de fait, place souhaitable des différents produits laitiers.	61

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Énoncé du programme officiel du BTS	Voir page
3.2. Viandes :	67
– étude technologique :	77, 106
• passage de l'animal vif au morceau de viande : abattage, contrôles vétérinaires, détermination de la qualité, maturation, découpage des carcasses, détermination des catégories et applications culinaires ;	
• transformations industrielles (charcuterie, conservation) ;	
• formes de commercialisation ;	
– hygiène des viandes :	84
• contaminations : micro-organismes, parasites, substances étrangères ;	
• prophylaxie ;	
– valeur nutritionnelle :	88, 99, 108
• chair musculaire (viande de boucherie, de basse-cour, de gibier) ;	
• abats ;	
• produits de charcuterie ;	
– place de fait, place souhaitable.	
3.3. Produits de la pêche : poissons, crustacés, mollusques… :	
– critères de classifications :	113
– étude technologique :	127
• conservation et méthodes de pêche ;	
• transformations industrielles ;	
• circuits et formes de commercialisation ;	
– hygiène :	123
• caractères de fraîcheur ;	
• ichtyosisme ;	
• contaminations : micro-organismes, parasites, substances étrangères ;	
• prophylaxie ;	
– valeur nutritionnelle ;	117
– place de fait, place souhaitable.	
3.4. Œufs et ovoproduits :	
– structure de l'œuf ;	135
– hygiène :	153
• critères de fraîcheur ;	
• contaminations : micro-organismes, substances étrangères ;	
• prophylaxie ;	

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Énoncé du programme officiel du BTS	Voir page
– conservation ;	145
– valeur nutritionnelle ;	137
– formes de commercialisation ;	146
– place de fait, place souhaitable.	
3.5. Produits céréaliers et assimilés : blé et dérivés ; riz ; maïs ; autres céréales secondaires ; tapioca ; produits nouveaux :	
– contaminations : substances étrangères, parasites ;	
– valeur nutritionnelle du grain de céréales et modifications de celle-ci en fonction de la technologie :	168, 175, 184, 186, 197, 199, 205
– technologies de transformation des céréales ; valeur nutritionnelle des produits obtenus ;	id.
– formes de commercialisation ;	167
– place de fait, place souhaitable.	206
3.6. Végétaux frais : légumes et fruits frais :	
– critères de classifications ;	214
– récolte, circuits et formes de commercialisation ;	
– valeur nutritionnelle des légumes et des fruits à la récolte ;	219, 239, 243
– modifications de la valeur nutritionnelle :	219
• lors des circuits de commercialisation ;	
• lors d'utilisations familiales ou collectives ;	
– contaminations : micro-organismes, parasites, substances étrangères ;	232
– place de fait, place souhaitable.	257
3.7. Végétaux secs : légumes secs traditionnels ; fruits secs et séchés :	
– contaminations : parasites, substances étrangères ;	
– valeur nutritionnelle ;	263, 269
– place de fait, place souhaitable.	
3.8. Produits sucrés :	
– classification ;	
– étude technologique ;	274, 283
– formes de commercialisation ;	278
– étude nutritionnelle ;	288, 293, 294
– place de fait, place souhaitable.	
3.9. Corps gras :	
– critères de classification ;	296
– étude technologique (étude préalable des graines et fruits oléagineux) ;	297
– formes de commercialisation ;	

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Énoncé du programme officiel du BTS	Voir page
– étude nutritionnelle ;	302, 311, 320, 325
– incidences du stockage, des utilisations culinaires sur les qualités organoleptiques et nutritionnelles des corps gras ;	330
– conseils et règles de stockage et d'utilisation ;	331
– place de fait, place souhaitable.	336
3.10. Boissons :	
– classification ;	338
– technologie ;	343, 353, 357, 360
– formes de commercialisation ;	345
– contaminations : micro-organismes, parasites, substances étrangères ;	340, 353
– valeur nutritionnelle des diverses boissons ;	353
– conseils d'utilisation ;	
– place de fait, place souhaitable.	
3.11. Condiments-épices :	365
4. Nouveaux produits alimentaires :	
– motivations de création ;	
– exploitations de la génétique et évolution technologique ;	386
– amélioration et innovation de méthodes de production et d'élevage ;	
– technologie des nouveaux produits ;	386
– qualités organoleptiques et hygiéniques ;	
– valeur nutritionnelle ;	
– formes de commercialisation ;	
– utilisations dans l'alimentation ;	
– rapport qualité-prix et comparaison avec les produits alimentaires traditionnels.	
5. Aliments et boissons destinés à une alimentation particulière :	389
– classification et réglementation ;	
– technologie ; formes de commercialisation ;	
– qualités organoleptiques et hygiéniques ;	
– indications spécifiques et valeur nutritionnelle ;	
– règles et conseils de stockage et d'utilisations ;	
– rapport qualité-prix et comparaison avec les produits alimentaires traditionnels ;	
– comparaison entre produits de même nature, destinés à une alimentation particulière ;	
– place dans l'alimentation correspondante.	

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Table des matières

Avant-propos V

Introduction 1

Chapitre 1

La conservation des aliments 3

Introduction 3
1. Les procédés utilisant la chaleur 3
   1.1. La pasteurisation 3
   1.2. La stérilisation 4
2. Les procédés utilisant le froid 5
   2.1. La réfrigération 5
   2.2. La congélation 5
3. La déshydratation 6
4. L'ionisation 6
5. La conservation sous vide 8
6. Conservation sous atmosphère modifiée 8

Chapitre 2

Le lait et les produits laitiers 9

Introduction 9
1. Le lait 10
   1.1. Qualités organoleptiques 10
      1.1.1. La couleur 10
      1.1.2. L'odeur 10
      1.1.3. La saveur 10

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.2. Propriétés physiques déterminées en laiterie 10
1.2.1. La densité 10
1.2.2. La viscosité 10
1.2.3. Autres paramètres physiques 11
1.3. Microbiologie du lait, pollution et hygiène à la production 11
1.3.1. Microbiologie du lait 11
1.3.2. Pollution du lait par des substances étrangères 12
1.3.3. Hygiène du lait à la production 13
1.4. Composition physicochimique et valeur nutritionnelle du lait 13
1.4.1. Composition moyenne de 100 ml de lait entier 13
1.4.2. L'eau 14
1.4.3. Les dérivés azotés du lait 14
1.4.4. Les lipides 16
1.4.5. Les glucides 18
1.4.6. Les fibres 18
1.4.7. Valeur énergétique 18
1.4.8. Les acides organiques 18
1.4.9. Les minéraux 18
1.4.10. Les vitamines 19
1.5. Les différents types de laits commercialisés 21
1.5.1. Opérations préalables à la consommation et à la conservation du lait 21
1.5.2. Obtention et conservation des différents types de lait commercialisés 22
1.5.3. Conclusion : incidences des différents traitements sur les qualités organoleptiques et la valeur nutritionnelle du lait 29
1.6. Autres laits de mammifères terrestres 30
1.6.1. Le lait de brebis 30
1.6.2. Le lait de chèvre 30
1.6.3. Le lait de bufflonne 31
1.6.4. Le lait de jument 31
2. Les laits fermentés 31
2.1. Introduction : définition 31
2.2. Le yaourt 31
2.2.1. Définition 31
2.2.2. Diagramme général de la fabrication du yaourt 32
2.2.3. Classification des différents types de yaourts 34
2.2.4. Valeur nutritionnelle des yaourts 34
2.2.5. Intérêts nutritionnels du yaourt 37
2.3. Les autres laits fermentés frais 38
2.3.1. Les laits au *Lactobacillus* 38
2.3.2. Les laits au *Lactobacillus bifidus* 38
2.3.3. Autres laits fermentés par des bactéries hétérofermentaires 38
2.4. Les laits concentrés fermentés 38
3. Les desserts lactés frais 39
3.1. Définition 39

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

3.2. Fabrication des desserts lactés frais 39
3.2.1. Les matières premières utilisées 39
3.2.2. Les techniques de fabrication 40
3.2.3. Valeur nutritionnelle moyenne des desserts lactés frais 40
3.3. Classification des desserts lactés frais 41
4. Les fromages 42
4.1. Définition des fromages 43
4.2. Dénominations des différents types de fromages 43
4.2.1. Fromage 43
4.2.2. Fromage blanc 43
4.2.3. Fromage fondu 43
4.2.4. Fromage « au lait de mélange » 43
4.2.5. Fromage « mi-chèvre » 43
4.2.6. Fromage fermier 43
4.2.7. Fromage « au lait cru » 43
4.2.8. Fromage de lactosérum 44
4.3. Fabrication des fromages 44
4.3.1. Ensemencement avec la flore spécifique 44
4.3.2. Le caillage 47
4.3.3. L'égouttage 47
4.3.4. Le moulage 48
4.3.5. Le salage 48
4.3.6. L'affinage ou la maturation 48
4.4. Classification des fromages 49
4.4.1. Classification des fromages frais 49
4.4.2. Classification des fromages affinés 49
4.4.3. Les fromages fondus 51
4.5. Valeur nutritionnelle des fromages 51
4.5.1. Teneur en eau et extrait sec complémentaire 51
4.5.2. Les protéines et dérivés azotés non protéiques 52
4.5.3. Les lipides 54
4.5.4. Les glucides 56
4.5.5. Valeur énergétique des fromages par comparaison au lait 56
4.5.6. Les minéraux et les oligoéléments 57
4.5.7. Les vitamines 58
4.6. La carte de France des fromages 59
4.7. Les qualités sanitaires des fromages 59
5. Place du lait et des produits laitiers dans l'alimentation 61
5.1. Les raisons nutritionnelles de la consommation de produits laitiers 61
5.1.1. Avantages nutritionnels de l'ensemble des produits laitiers 61
5.1.2. Avantages particuliers 63
5.2. Conseils pratiques et quantités recommandées 63
5.2.1. Équivalences 63
5.2.2. Grammages moyens 64
5.2.3. Quantités journalières recommandées 64
5.2.4. Intérêts pour chaque type de population 65

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Chapitre 3

Les viandes — 67

1. Introduction 67
   1.1. Définitions 67
      1.1.1. Denrées carnées 67
      1.1.2. Viandes 67
      1.1.3. Viandes de boucherie 67
      1.1.4. Abats 67
      1.1.5. Issues 68
      1.1.6. Charcuterie 68
      1.1.7. Volailles 68
   1.2. Classification et consommation des viandes 68
      1.2.1. Classification des viandes 68
      1.2.2. Évolution de la consommation des viandes 69
   1.3. Structure du muscle squelettique 70
      1.3.1. Les fibres musculaires 70
      1.3.2. Le tissu conjonctif ou périmysium 71
      1.3.3. Le système protéique musculaire 72
2. Les viandes de boucherie 77
   2.1. Transformation des muscles en viandes 77
      2.1.1. L'amenée des animaux 77
      2.1.2. L'abattage 77
      2.1.3. Le refroidissement et la rigidité cadavérique 78
      2.1.4. La maturation 79
   2.2. Les qualités organoleptiques des viandes de boucherie 79
      2.2.1. La tendreté 79
      2.2.2. La flaveur 80
      2.2.3. La jutosité ou la succulence 80
      2.2.4. La couleur 82
   2.3. La contamination des viandes 84
      2.3.1. Contamination ante-mortem 84
      2.3.2. Contamination post mortem 87
   2.4. Étude nutritionnelle des viandes de boucherie 88
      2.4.1. Parties comestibles selon le morceau 88
      2.4.2. Valeur nutritionnelle de la viande de boucherie 88
   2.5. La conservation des viandes 93
      2.5.1. Les viandes fraîches conditionnées et réfrigérées 93
      2.5.2. Les viandes congelées et surgelées 94
      2.5.3. Les viandes appertisées 95
3. Les viandes des animaux de basse-cour : les volailles et les lapins 95
   3.1. Dénomination – réglementation 95
      3.1.1. Définitions et appellations 95
      3.1.2. L'état des volailles lors de la vente 97
   3.2. Valeur nutritionnelle des animaux de basse-cour 97
      3.2.1. Le poulet 97
      3.2.2. La pintade 98

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

3.2.3. L'oie 98
3.2.4. Le canard 98
3.2.5. Le lapin 98
3.2.6. La dinde 99
3.2.7. Conclusion : valeur nutritionnelle moyenne des volailles 99
3.3. Les qualités bactériologiques des volailles 99
4. Le gibier 100
5. Les abats 100
5.1. Les abats rouges 100
5.1.1. Le foie 100
5.1.2. Le cœur 102
5.1.3. La cervelle 102
5.1.4. Les rognons 102
5.1.5. La langue 102
5.1.6. Les ris ou thymus 102
5.2. Les abats blancs 102
6. Les issues 102
7. Les produits de charcuterie 103
7.1. Classification des produits de charcuterie 103
7.2. Modes de fabrication et de distribution 103
7.2.1. Les ingrédients d'origine carnée 103
7.2.2. Les ingrédients d'origine non carnée 104
7.2.3. Les additifs 105
7.3. Conservation des produits de charcuterie et de salaison 106
7.3.1. Par le sel : le salage 106
7.3.2. Conservation par la fumée : le fumage 107
7.3.3. Conservation par le séchage 108
7.4. Valeur nutritionnelle des produits de charcuterie et de salaison 108
7.4.1. Valeur nutritionnelle des principales charcuteries 108
7.4.2. Valeur nutritionnelle moyenne des charcuteries 111

Chapitre 4

Les produits de la pêche ——— 113

1. Définition – classification 113
1.1. Les poissons 113
1.1.1. Leur milieu d'origine 114
1.1.2. La structure de leur squelette 115
1.1.3. Leur forme 115
1.1.4. Leur teneur en lipides 115
1.2. Les mollusques 116
1.3. Les crustacés 116
1.4. Autres animaux aquatiques 117
2. Composition et valeur nutritionnelle des poissons 117
2.1. Structure des poissons 117
2.1.1. La partie comestible 117
2.1.2. La chair ou muscle du poisson 117

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.1.3. Le tissu conjonctif 118
2.2. Valeur nutritionnelle de la partie comestible des poissons 118
2.2.1. L'eau 118
2.2.2. Les protéines et dérivés azotés non protéiques 118
2.2.3. Les lipides 120
2.2.4. Les glucides 121
2.2.5. Les minéraux et les oligoéléments 121
2.2.6. Les vitamines 122
2.2.7. Valeur énergétique des poissons 122
2.3. Les conséquences de la cuisson du poisson, un exemple : le poisson au court-bouillon 123
2.4. Conclusion : intérêts nutritionnels de la consommation de poisson 123
3. Les contrôles de la qualité sanitaire des poissons 123
3.1. Détermination de la dégradation chimique 124
3.2. Détermination de la dégradation organoleptique 124
3.3. Détermination de la contamination bactérienne 124
3.4. Détermination de la contamination chimique 126
3.4.1. Par des métaux lourds 126
3.4.2. Par des hydrocarbures et des pesticides 126
3.5. Détermination de la contamination par des vers parasites 127
3.5.1. Par les larves de tænia Bothriocéphale 127
3.5.2. Par les larves d'un Ascaris : l'Anisakis 127
3.6. Détermination de la contamination par des biotoxines marines 127
4. Les différentes technologies permettant la conservation du poisson 127
4.1. Les méthodes traditionnelles 127
4.1.1. Le salage 127
4.1.2. Le fumage 127
4.1.3. Le marinage 128
4.2. L'appertisation 128
4.3. La congélation ou la surgélation 129
4.3.1. Variété des produits congelés ou surgelés 129
4.3.2. Un exemple de commercialisation : les différentes étapes de la fabrication de filets ou de carrés de poisson pané 129
4.3.3. Les conséquences de la congélation ou de la surgélation 129
5. Les mollusques et les crustacés 130
5.1. Les mollusques 130
5.1.1. Partie comestible des coquillages (mollusques avec coquille) 130
5.1.2. Qualités nutritionnelles des mollusques 131
5.1.3. Pathologies transmises par les mollusques 131
5.2. Les crustacés 131
5.2.1. Partie comestible et valeur nutritionnelle des crustacés 131
5.2.2. Contamination des crustacés 132
6. Nouvelles préparations à base de produits de la pêche 132

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Chapitre 5

Les œufs et les ovoproduits — 133

1. Définitions à partir des règlements de l'union européenne ... 133
   1.1. Les œufs ... 133
      1.1.1. Les œufs ... 133
      1.1.2. Les œufs fêlés ... 133
      1.1.3. Les œufs cassés ... 133
   1.2. Les ovoproduits ... 134
      1.2.1. Les ovoproduits ... 134
      1.2.2. Les ovoproduits transformés ... 134
2. L'œuf en coquille ... 135
   2.1. Structure ... 135
      2.1.1. La coquille ... 135
      2.1.2. Les membranes coquillières ... 136
      2.1.3. Le blanc ou l'albumen ... 136
      2.1.4. Le jaune ou vitellus ... 136
      2.1.5. La chambre à air ... 137
      2.1.6. Le germe ou disque germinatif ou cicatricule ... 137
   2.2. La partie comestible de l'œuf ... 137
   2.3. Étude nutritionnelle de l'œuf ... 137
      2.3.1. Les différentes protéines de l'œuf et leurs propriétés ... 138
      2.3.2. Étude qualitative des lipides de l'œuf ... 142
      2.3.3. Étude qualitative des glucides de l'œuf ... 143
      2.3.4. Les minéraux et les oligoéléments ... 143
      2.3.5. Les vitamines ... 143
   2.4. La place des œufs dans l'alimentation ... 145
3. Les modes de conservation de l'œuf en coquille avant sa commercialisation ... 145
   3.1. L'enduction ou l'enrobage des œufs ... 145
      3.1.1. L'immersion ... 145
      3.1.2. L'enrobage de paraffine ... 145
      3.1.3. L'utilisation de cellophane ... 145
   3.2. La réfrigération ... 145
4. La commercialisation des œufs en coquille ... 146
   4.1. Classification des œufs commercialisés ... 146
      4.1.1. Classification des œufs selon leur poids ... 146
      4.1.2. Classification des œufs selon leur qualité ... 146
   4.2. L'emballage des œufs ... 148
   4.3. L'étiquetage des œufs ... 148
      4.3.1. Les mentions obligatoires ... 148
      4.3.2. Les mentions facultatives ... 149
5. Appréciation de la fraîcheur de l'œuf au cours de l'entreposage ... 149
   5.1. Les modifications subies par l'œuf lors de l'entreposage ... 149
      5.1.1. Les modifications au niveau du blanc ... 149
      5.1.2. Les modifications au niveau du jaune ... 149
   5.2. Mise en évidence du vieillissement de l'œuf ... 150
      5.2.1. Le mirage ... 150

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

5.2.2. Le flottage sur l'eau salée 150
5.2.3. L'examen direct du contenu 150
5.2.4. L'indice de Haugh 152
5.3. Prévention du vieillissement de l'œuf 152
6. Les contaminations de l'œuf en coquille 153
6.1. Contaminations chimiques 153
6.2. Contaminations microbiologiques 153
6.2.1. Les lieux de la contamination 153
6.2.2. Les différents germes incriminés 153
7. Les ovoproduits 154
7.1. Obtention des ovoproduits 154
7.1.1. Le nettoyage de la coquille 154
7.1.2. Le cassage 154
7.1.3. La pasteurisation 154
7.1.4. Le refroidissement 155
7.1.5. Le conditionnement et la commercialisation 155
7.1.6. Les étapes facultatives 155
7.1.7. Les additifs autorisés 156
7.2. Contrôles hygiéniques réglementaires des ovoproduits 156
7.3. Conclusion : les avantages de l'utilisation des ovoproduits 156

Chapitre 6

Les produits céréaliers 157

Introduction-généralités 157
1. Le blé et ses dérivés 158
1.1. Le grain de blé 158
1.1.1. Structure du grain de blé 158
1.1.2. Composition chimique du grain de blé 159
1.2. La farine de blé 163
1.2.1. Définition 163
1.2.2. Obtention de la farine de blé 163
1.2.3. Classification des farines 165
1.2.4. Modifications des qualités nutritionnelles suite à la meunerie 166
1.2.5. Les différents types de farines commercialisées 167
1.2.6. Valeur nutritionnelle de la farine blanche 168
1.2.7. Différences nutritionnelles entre le blé et la farine 169
1.3. Le pain 169
1.3.1. Définition 169
1.3.2. Les matières premières 169
1.3.3. Les produits d'addition 171
1.3.4. La panification 172
1.3.5. Valeur nutritionnelle du pain blanc 175
1.3.6. Le rassissement du pain 176
1.3.7. Les différents types de pain commercialisés 177
1.3.8. Poids des différents types de pain 179
1.3.9. Comparaison de la valeur nutritionnelle de différents pains 180

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.3.10. Intérêts nutritionnels de consommer du pain 182
1.4. Les produits de biscotterie : pains spéciaux déshydratés par grillage 183
1.4.1. Définition et ingrédients 183
1.4.2. Différentes étapes de fabrication 183
1.4.3. Valeur nutritionnelle 184
1.4.4. Transformations subies par la matière première 184
1.5. Les produits de biscuiterie 185
1.5.1. Ingrédients 185
1.5.2. Fabrication des biscuits 185
1.5.3. Valeur nutritionnelle des biscuits 186
1.6. Les produits de pâtisserie et de viennoiserie 188
1.6.1. Les produits de pâtisserie 188
1.6.2. Les produits de viennoiserie 188
1.7. Les produits de pastification 189
1.7.1. Les semoules 189
1.7.2. Les pâtes alimentaires 191
1.8. Le blé dur précuit 192
1.9. Le boulghour et le pilpil de blé 192
1.9.1. Le boulghour 192
1.9.2. Le pilpil de blé 193
2. Le riz 193
2.1. Introduction 193
2.2. Classification 193
2.2.1. Le riz indica à grains ronds ou riz courant 193
2.2.2. Le riz japonica à grains longs ou riz « de luxe » 194
2.3. « L'usinage » du riz = traitements du riz en vue de sa consommation 194
2.3.1. Les différents types de riz obtenus lors de l'usinage 195
2.3.2. Conséquences des différentes étapes de l'usinage 195
2.4. Les différentes formes de commercialisation du riz 195
2.4.1. Le riz blanc 195
2.4.2. Le riz étuvé long (« prétraité ») ou incollable 195
2.4.3. Le riz précuit ou « riz vitesse » ou « riz rapide » 196
2.4.4. Le riz glacé 197
2.4.5. Le riz huilé 197
2.4.6. Autres riz particuliers 197
2.5. Valeur nutritionnelle du riz 197
3. Les autres céréales 199
3.1. Le maïs 199
3.1.1. Structure du grain de maïs 199
3.1.2. Valeur nutritionnelle du maïs 199
3.1.3. La mouture en semoulerie 200
3.1.4. Les différentes formes de commercialisation du maïs 200
3.2. L'orge 201
3.3. L'avoine 202
3.4. Le sarrasin 202
3.5. Le millet (ou mil) et le sorgho (ou « gros mil ») 202
3.6. Le seigle 202

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

3.6.1. Les farines de seigle 203
3.6.2. Composition des pains fabriqués avec de la farine de seigle 203
3.6.3. Les produits de pain d'épices 203
3.7. Le quinoa 203
4. Les céréales prêtes à consommer 204
4.1. Introduction 204
4.2. Différents procédés de fabrication 204
4.2.1. Étape commune 204
4.2.2. Céréales en pétales 204
4.2.3. Céréales éclatées 204
4.2.4. Céréales soufflées 205
4.2.5. Mueslis 205
4.3. Valeur nutritionnelle 205
4.3.1. Énergie 205
4.3.2. Glucides 205
4.3.3. Protéines 205
4.3.4. Lipides 206
4.3.5. Autres sources 206
5. Conclusion générale : place des produits céréaliers dans l'alimentation 206
5.1. Évolution de la consommation des produits céréaliers 206
5.2. Place souhaitable 206
5.3. Intérêts alimentaires des produits céréaliers 207
5.3.1. Intérêts de par leur composition 207
5.3.2. Intérêts pour chaque population 208
5.3.3. Produits céréaliers et diététique thérapeutique 210

Chapitre 7

Les légumes et les fruits 213

Introduction 213
1. Classification des légumes et des fruits 214
1.1. Classification des légumes 214
1.2. Classification des fruits 215
1.2.1. Classification générale 215
1.2.2. Classification des fruits aqueux ou fruits frais 215
1.3. Classification alimentaire 215
2. Qualités organoleptiques des légumes et des fruits frais 216
2.1. La saveur et l'arôme 216
2.2. La couleur 216
2.2.1. Les pigments colorés présents naturellement dans les végétaux 217
2.2.2. Les pigments formés lors du brunissement enzymatique 217
2.3. La consistance 218
2.4. La turgescence 219
3. Valeur nutritionnelle comparée des légumes et des fruits frais 219
4. Facteurs de variation de la valeur nutritionnelle des légumes et des fruits frais 219
4.1. Facteurs de variation naturels intervenant avant la récolte 219
4.1.1. La variété 219

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4.1.2. L'emploi d'engrais 219
4.1.3. Les conditions climatiques et le mode de culture (en serre ou en plein champ) 225
4.1.4. L'état de maturité de la plante 225
4.1.5. Les zones considérées du végétal 225
4.1.6. La maturation 226
4.2. Facteurs intervenant après la récolte 227
4.2.1. Variations au moment du stockage 227
4.2.2. Variations au moment des préparations culinaires 228
5. Végétaux frais et troubles pathologiques 231
5.1. Pathologies provoquées par les constituants naturels des végétaux 231
5.1.1. Neurotoxines de certains champignons 231
5.1.2. Substances antinutritionnelles 231
5.1.3. Les substances à potentialité toxique 232
5.2. Contamination des végétaux 232
5.2.1. Contamination par les micro-organismes 232
5.2.2. Contamination par des résidus chimiques 233
6. Conservation des végétaux 234
6.1. Par le froid positif : la réfrigération 234
6.1.1. La réfrigération appliquée après la cueillette : la préréfrigération 234
6.1.2. La réfrigération appliquée à domicile 235
6.2. Par le blanchiment des légumes 235
6.2.1. Avantages 235
6.2.2. Inconvénients 236
6.2.3. Méthodes utilisées 236
6.3. Par l'appertisation 236
6.3.1. Définition 236
6.3.2. Technologie 237
6.3.3. Modifications de la valeur nutritionnelle 237
6.4. Par la surgélation 238
6.4.1. Définition 238
6.4.2. Technologie 238
6.4.3. La qualité des produits surgelés 239
6.4.4. Valeur nutritionnelle des produits surgelés 239
6.5. Par la déshydratation 239
6.5.1. Technologie 239
6.5.2. Modification de la valeur nutritionnelle 240
6.6. Par une concentration en sucre : les confitures 240
6.7. Par la lyophilisation 240
6.8. Par la fermentation 241
6.8.1. La choucroute 241
6.8.2. Les olives 242
6.9. Par la technique de la 4e gamme 242
6.9.1. Les différentes gammes de végétaux 242
6.9.2. Préparation des produits de 4e gamme 242
6.9.3. Valeur nutritionnelle des produits de 4e gamme 243
7. Digestibilité des légumes et des fruits 244

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

7.1. Les légumes 244
7.1.1. Amélioration de la digestion 244
7.1.2. Rapidité de la digestion 244
7.2. Les fruits (aqueux) 244
8. Végétaux d'utilisation particulière 245
8.1. La pomme de terre 245
8.1.1. Valeur nutritionnelle 245
8.1.2. Équivalences énergétiques 247
8.1.3. Les modifications dues aux modes de préparation 247
8.1.4. Modifications liées au stockage 248
8.1.5. Quantités conseillées 249
8.1.6. Les différentes variétés commercialisées et leur utilisation culinaire 250
8.2. Les fruits amylacés : les châtaignes et les marrons 251
8.3. Les fruits oléagineux 251
8.4. Les graines oléagineuses 252
8.5. Les fruits secs et les fruits confits 253
8.5.1. Les fruits secs 253
8.5.2. Les fruits confits 253
8.6. Le manioc et le tapioca 253
8.7. Les légumes secs et le soja *(cf. chapitre suivant)* 254
8.8. Les algues 254
8.9. Les champignons 256
9. Conclusion générale : place des végétaux dans l'alimentation 257
9.1. Intérêts nutritionnels 257
9.1.1. Prévention des cancers 257
9.1.2. Prévention du surpoids 258
9.1.3. Lutte contre les MCV 258
9.1.4. Lutte contre le diabète de type II 258
9.2. Consommations journalières recommandées 258

Chapitre 8

Les légumes secs et le soja ——— 259

Introduction 259
1. Les légumes secs 259
1.1. Les différents types de légumes secs 260
1.1.1. Les pois secs 260
1.1.2. Les lentilles 260
1.1.3. Les haricots secs 260
1.1.4. La fève séchée 262
1.1.5. La luzerne 262
1.2. Valeur nutritionnelle des légumes secs cuits 263
1.2.1. L'eau 263
1.2.2. Les protéines et les dérivés azotés 263
1.2.3. Les lipides 265
1.2.4. Les glucides 265

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.2.5. Les fibres (FAV) 265
1.2.6. Les minéraux 266
1.2.7. Les vitamines 266
1.2.8. Valeur énergétique 266
1.3. Facteurs antinutritionnels et toxiques présents dans les légumes secs 266
1.4. Conclusion 267
2. Le soja 267
2.1. Présentation 267
2.2. Les différentes formes commercialisées 268
2.2.1. Produits non fermentés 268
2.2.2. Produits fermentés 269
2.3. Valeur nutritionnelle du soja 269
2.3.1. Composition moyenne des aliments issus du soja 269
2.3.2. Comparaison de la valeur nutritionnelle du soja avec celle des produits laitiers 270
2.3.3. Comparaison de la valeur nutritionnelle du soja avec celle des produits céréaliers 270
2.4. Les intérêts nutritionnels du soja 271
2.4.1. Prévention des maladies cardiovasculaires 271
2.4.2. L'intolérance aux protéines de lait de vache 271
2.4.3. L'intolérance au lactose 271
2.4.4. Lutte contre l'ostéoporose 271
2.4.5. Prévention de certains cancers 272
2.5. Conclusion 272

Chapitre 9

Les produits sucrés ——— 273

Introduction 273
1. Le sucre ou saccharose 274
1.1. Fabrication du sucre blanc 274
1.1.1. Le sucre issu de la betterave sucrière 274
1.1.2. Le sucre issu de la canne à sucre 278
1.2. Les différentes présentations commerciales du sucre 278
1.2.1. « Sucre raffiné » ou « sucre blanc raffiné » ou « sucre blanc » ou « sucre de luxe » 278
1.2.2. Sucre roux de betterave ou de canne 279
1.2.3. Sucre raffiné moulé en morceaux 279
1.2.4. Sucre cristallisé 279
1.2.5. Sucre en poudre ou sucre semoule 279
1.2.6. Sucre gélifiant pour confitures et gelées 279
1.2.7. Sucre glace 279
1.2.8. Cassonade 279
1.2.9. Vergeoise 280
1.2.10. Sucre candi 280
1.2.11. Sucre liquide ou sirop de glucose ou sirop de sucre 280
1.2.12. Le pain de sucre 280

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.2.13. Le sucre vanillé 280
1.2.14. Le sucre enveloppé 280
1.3. Composition des sucres blancs et roux 280
2. Les confitures, les gelées et les marmelades 281
2.1. Définitions 281
2.1.1. Confiture 281
2.1.2. Confiture extra 281
2.1.3. Gelée 281
2.1.4. Gelée extra 281
2.1.5. Marmelades 281
2.2. Conservation des confitures 282
2.3. Les additifs autorisés 282
2.4. Composition 283
2.4.1. L'eau 283
2.4.2. Les glucides 283
2.4.3. Les fibres 283
2.4.4. Valeur énergétique 283
2.4.5. Les minéraux 283
2.4.6. Les vitamines 283
2.5. Grammages 283
3. Le miel 284
4. Le cacao et le chocolat 284
4.1. Le cacaoyer ou cacaotier 284
4.2. Obtention du cacao 285
4.2.1. Fermentation 285
4.2.2. Séchage 285
4.2.3. Conditionnement des fèves en sacs 285
4.2.4. Transformation de la fève en cacao 285
4.3. Obtention du chocolat 286
4.3.1. Conchage ou malaxage 286
4.3.2. Tempérage et moulage 286
4.4. Différentes dénominations 286
4.4.1. Le chocolat non sucré ou supérieur 286
4.4.2. Le chocolat noir 287
4.4.3. Le chocolat au lait 287
4.4.4. Le chocolat blanc 287
4.5. La conservation du chocolat 287
4.6. Valeur nutritionnelle du chocolat 288
4.7. Les produits dérivés du chocolat 289
4.7.1. Les différentes formes commercialisées 289
4.7.2. Valeur nutritionnelle de quelques dérivés 290
5. Les produits glacés : glaces, sorbets et crèmes glacées 291
5.1. Définitions 291
5.1.1. Glaces 291
5.1.2. Crèmes glacées ou glaces à la crème ou « ice cream » 291
5.1.3. Glaces aux œufs 291
5.1.4. Glace au yaourt 291

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

5.1.5. Sorbets 291
5.2. Additifs autorisés 292
5.2.1. Les arômes 292
5.2.2. Les autres additifs autorisés 292
5.3. Différentes étapes d'obtention 292
5.4. Contamination 292
5.5. Les différentes gammes de produits glacés commercialisés 292
5.6. Valeur nutritionnelle des produits glacés 293
5.7. Grammages et valeurs énergétiques 293
6. Les confiseries 293
6.1. Définition et composition 293
6.2. Valeur nutritionnelle 294

Chapitre 10

Les corps gras alimentaires ——— 295

1. Introduction 295
1.1. Généralités 295
1.2. Classification des corps gras 296
1.2.1. Classification selon leur origine 296
1.2.2. Classification selon leur consistance à température ambiante 296
2. Étude des différentes matières grasses laitières et végétales 297
2.1. La crème 297
2.1.1. Définition 297
2.1.2. Les étapes de fabrication 298
2.1.3. Les dénominations 299
2.1.4. La conservation de la crème 302
2.1.5. Valeur nutritionnelle de la crème fraîche 302
2.2. Le beurre 304
2.2.1. Définition 304
2.2.2. Les différentes étapes de fabrication 304
2.2.3. Les dénominations 307
2.2.4. La flaveur du beurre 309
2.2.5. La consistance du beurre 310
2.2.6. La couleur du beurre 310
2.2.7. La conservation du beurre 310
2.2.8. Les altérations du beurre 311
2.2.9. Valeur nutritionnelle du beurre 311
2.3. Les huiles alimentaires végétales 312
2.3.1. Classification des huiles 312
2.3.2. Obtention des huiles alimentaire végétales 313
2.3.3. Autres traitements autorisés 319
2.3.4. Valeur nutritionnelle en macronutriments 320
2.4. Les corps gras animaux 321
2.4.1. Les corps gras d'animaux terrestres 321
2.4.2. Les huiles d'animaux marins 322

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.5. Les margarines 322
2.5.1. Définition 322
2.5.2. Analyse des constituants 322
2.5.3. Fabrication 324
2.5.4. Valeur nutritionnelle 325
2.5.5. Les différentes margarines 325
2.6. Comparaison de la composition qualitative des lipides et des vitamines liposolubles des différents corps gras 326
2.6.1. Comparaison des composants lipidiques 326
2.6.2. Les vitamines liposolubles 328
2.7. L'altération des corps gras 330
2.7.1. L'oxydation 330
2.7.2. L'acidification ou le rancissement butyrique 331
2.8. Utilisation des corps gras 331
2.8.1. Qualités diététiques 331
2.8.2. Utilisation des corps gras à chaud : la friture 333
3. Place des corps gras dans l'alimentation quotidienne 336

Chapitre 11

Les boissons ——— 337

Introduction 337
1. Classification des boissons : en fonction de leur degré d'alcool 338
1.1. Les boissons non alcoolisées : groupe 1 338
1.2. Les boissons alcoolisées 338
1.2.1. Groupe 2 338
1.2.2. Groupe 3 338
1.2.3. Groupe 4 338
1.2.4. Groupe 5 339
2. Les eaux de boisson 339
2.1. Classification 339
2.1.1. Les eaux potables destinées à la consommation humaine 339
2.1.2. Les eaux minérales naturelles 339
2.2. Les origines de l'eau 339
2.2.1. Les eaux météoriques ou eaux de pluies 339
2.2.2. Les eaux souterraines ou eaux provenant d'infiltration par un terrain perméable, une cassure ou une faille du sol 339
2.2.3. Les eaux superficielles ou de ruissellement sur des sols imperméables 339
2.2.4. L'eau de mer 340
2.3. La pollution des eaux 340
2.3.1. Les polluants physiques 340
2.3.2. Les polluants chimiques 340
2.3.3. Les parasites 341
2.3.4. Les bactéries 341
2.3.5. Les virus 342
2.4. L'épuration des eaux usées 342

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.4.1. Le procédé des « lits bactériens » 342
2.4.2. Le procédé des « boues activées » 343
2.5. Les traitements des eaux en vue de leur consommation 343
2.6. Les critères de potabilité 343
2.6.1. Paramètres organoleptiques 343
2.6.2. Paramètres physicochimiques 344
2.6.3. Substances toxiques et indésirables 344
2.6.4. Paramètres microbiologiques 344
2.6.5. Pesticides et produits apparentés 344
2.6.6. Paramètres pour les eaux adoucies ou déminéralisées 344
2.7. Les différents types d'eaux commercialisées 345
2.7.1. Les eaux de source préemballées 345
2.7.2. Les eaux minérales naturelles préemballées 346
3. Les boissons rafraîchissantes sans alcool (BRSA) 350
3.1. Les boissons à base de fruits ou de légumes 351
3.1.1. Définitions 351
3.1.2. Étiquetage 352
3.1.3. Fabrication des jus de fruits 353
3.1.4. Stabilité microbiologique 353
3.1.5. Valeur nutritionnelle des jus de fruits et de légumes 353
3.2. Autres boissons rafraîchissantes sans alcool 354
3.2.1. Les sodas 354
3.2.2. Les boissons gazeuses non sucrées 355
3.2.3. Les boissons aromatisées à base d'eau minérale naturelle 355
3.2.4. Les boissons à base d'eau minérale naturelle aromatisées au jus de fruits 356
3.2.5. Les boissons aux édulcorants de synthèse ou « boissons light » .. 356
3.2.6. Les sirops 357
3.2.7. Les boissons au lait et au jus de fruits 357
4. Les boissons toniques ou excitantes 357
4.1. Le café 357
4.1.1. Origine du café 357
4.1.2. Obtention du café 358
4.1.3. Composition 359
4.1.4. Différentes appellations 360
4.2. Le thé 360
4.2.1. Origine du thé 360
4.2.2. Usinage du thé 360
4.2.3. État des feuilles 361
4.2.4. Composition 361
4.3. Les effets de la caféine 362
4.3.1. Effets sur le comportement 363
4.3.2. Effets sur le sommeil 363
4.3.3. Effets de dépendance 363
4.3.4. Effets sur le système cardiovasculaire 363
4.3.5. Autres effets 363
4.4. Critères de diagnostic de caféinomanie 364

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Chapitre 12

Herbes, épices et condiments 365

Introduction : définitions 365
1. Les fines herbes 365
1.1. L'aneth 365
1.2. Le basilic 365
1.3. Le laurier 366
1.4. Le cerfeuil 366
1.5. Le persil 366
1.6. La coriandre 366
1.7. La menthe 366
1.8. La citronnelle 366
1.9. Les herbes de Provence 366
1.10. La pimprenelle 367
1.11. La mélisse 367
1.12. L'origan 367
1.13. La sarriette 367
1.14. Le romarin 367
1.15. La marjolaine 367
1.16. La sauge 368
1.17. L'estragon 368
1.18. Le thym 368
1.19. La ciboulette 368
2. Les épices 368
2.1. L'anis 368
2.2. La baie de genièvre 368
2.3. Le gingembre 369
2.4. La cannelle 369
2.5. Le curry 369
2.6. Le cucurma 369
2.7. Le cumin 369
2.8. Le clou de girofle 369
2.9. Les graines de pavot 369
2.10. Le paprika 370
2.11. La muscade 370
2.12. Le poivre 370
2.13. La réglisse 370
2.14. Le safran 370
2.15. Les piments 370
3. Les condiments 371
3.1. Le raifort 371
3.2. La câpre 371
3.3. Le coulis de tomates 371
3.4. Le concentré de tomate 371
3.5. L'harissa 371
3.6. Le sel 371

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

3.7. Le ketchup 372
3.8. La sauce Tabasco® 372
3.9. La moutarde 372
3.10. Les vinaigres 372
3.10.1. Le vinaigre de vin 372
3.10.2. Le vinaigre aromatisé 372
3.10.3. Le vinaigre balsamique 372
3.10.4. Le vinaigre de Xérès 373
3.10.5. Le vinaigre de riz 373

Chapitre 13

Les édulcorants ——— 375

1. Introduction 375
2. Édulcorants à pouvoir nutritif dérivés de produits naturels 376
2.1. Produits issus de l'amidon : les sirops de glucose 376
2.2. Les produits issus du saccharose 376
2.3. Les polyols ou « édulcorants de charge » ou « édulcorants massiques » . 376
2.3.1. Présentation 376
2.3.2. Principaux polyols 377
2.3.3. Propriétés des polyols 377
2.3.4. Utilisation 377
3. Les édulcorants intenses ou édulcorants de synthèse 377
3.1. La saccharine ou sulfimide benzoïque 377
3.1.1. Description 377
3.1.2. Pouvoir sucrant ou édulcorant 378
3.1.3. Métabolisme 378
3.1.4. Avantages 378
3.1.5. Restrictions 378
3.1.6. Applications 378
3.1.7. Innocuité 378
3.2. Le cyclamate 378
3.2.1. Description 378
3.2.2. Pouvoir sucrant 379
3.2.3. Métabolisme 379
3.2.4. Avantages 379
3.2.5. Restriction 379
3.2.6. Applications 379
3.3. L'aspartame 379
3.3.1. Description 379
3.3.2. Composants 379
3.3.3. Avantages 380
3.3.4. Restriction 380
3.3.5. Applications 380
3.3.6. Innocuité 380
3.4. L'acésulfame K ou acétosulfame 381
3.4.1. Description 381

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

3.4.2. Pouvoir édulcorant 381
3.4.3. Métabolisme 381
3.4.4. Avantages 381
3.4.5. Restriction 381
3.4.6. Applications 381
4. Les édulcorants intenses d'origine végétale 381
4.1. La glycyrrhizine 382
4.2. La thaumatine 382
4.2.1. Description 382
4.2.2. Pouvoir édulcorant 382
4.2.3. Métabolisme 382
4.2.4. Avantages 382
4.2.5. Restriction 382
4.2.6. Applications 382
4.3. La stévioside 383
4.4. La monelline 383
4.5. La miraculine 383

Chapitre 14

Les nouvelles technologies alimentaires ——— 385

Introduction 385
1. Les buts de la technologie moderne 385
2. Principaux exemples d'application des nouvelles technologies alimentaires 386
2.1. L'extrusion 386
2.2. Les aliments fonctionnels ou « alicaments » 386
2.3. Les OGM (organismes génétiquement modifiés) 386
3. Réglementation 387
4. Conclusion 387

Chapitre 15

Aliments et boissons destinés à une alimentation particulière — 389

Introduction 389
1. Les produits de régime 389
1.1. Les produits hyposodés 390
1.1.1. Pathologie 390
1.1.2. Attentes spécifiques 390
1.1.3. Réglementation 390
1.1.4. Exemples 391
1.2. Les produits sans gluten 391
1.2.1. Pathologie associée 391
1.2.2. Les différentes gammes de produits sans gluten 391
1.3. Les produits hyperprotidiques/hypercaloriques 392
1.4. Les produits hypoprotidiques 392
1.5. Les laits sans lactose 392

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.6. La nutrition entérale 392
2. Les aliments allégés et à valeur énergétique réduite 393
2.1. La réglementation des produits allégés et à valeur énergétique réduite.... 393
2.2. Les différentes étapes de fabrication d'un aliment allégé 393
2.3. Les substituts utilisés..... 394
2.3.1. Substituts de matières grasses 394
2.3.2. Les substituts du saccharose : les édulcorants..... 394
2.4. Exemples d'aliments à teneur en matières grasses « diminuée », « allégée », « réduite » existant dans le commerce 395
2.4.1. Les produits laitiers 395
2.4.2. Les matières grasses 395
2.4.3. Les produits de charcuterie et de salaison 395
2.4.4. Les sauces à base d'huile 396
2.4.5. Les aliments préparés avec moins de corps gras..... 396
2.4.6. Les produits à teneur réduite en cholestérol..... 396
2.5. Exemples d'aliments à teneur en sucre « diminuée », « allégée », « réduite » existant dans le commerce 396
2.5.1. Les confitures, gelées et marmelades..... 397
2.5.2. Les boissons rafraîchissantes sans alcool (BRSA)..... 397
2.5.3. Les produits à base de cacao et de chocolat 397
2.5.4. Les desserts lactés frais 397
2.5.5. Les gommes à mâcher..... 397
2.6. Les plats cuisinés allégés 397

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Introduction

Les groupes d'aliments

Il n'existe pas d'aliment parfait qui rassemble dans sa composition tout ce qui nous est nécessaire : protéines, lipides, glucides, vitamines, minéraux… Mais il n'existe pas non plus d'aliments nuisibles pour la santé (à moins d'être consommé en quantité déraisonnable).

Chaque aliment a donc sa place et son utilité. C'est pourquoi, les aliments ont été classés en groupes, en fonction de leur composition spécifique en nutriments. Afin d'atteindre l'équilibre nutritionnel, il faudra donc puiser tous les jours, à chaque repas et en quantité raisonnable dans chacune des grandes familles d'aliments.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Groupe rouge	– Les viandes – Les volailles – Les abats – Les produits de la pêche – Les œufs – Les charcuteries
Groupe vert : les fruits et les légumes	– Les légumes et les fruits frais – Les fruits et graines oléagineuses – Les fruits secs
Groupe brun : le pain, ses dérivés et les féculents	– Les pains (blanc, complet, de seigle…) – Les biscottes et pains grillés – Les produits de biscuiterie – Les produits de pâtisserie et de viennoiserie – Les céréales pour petit-déjeuner – Le riz – Le maïs – Les pâtes alimentaires – La semoule – Les légumes secs (lentilles, pois chiches, haricots secs…) – Les pommes de terre – Les fruits amylacés (châtaignes et marrons) – Les autres céréales (sorgho, mil, seigle, quinoa…)
Groupe bleu : le lait et les produits laitiers	– Le lait – Les fromages affinés – Les laitages (yaourts, fromages blancs, petits suisses, faisselles) – Les desserts lactés frais
Groupe jaune : les matières grasses	– Le beurre – L'huile – La margarine – La crème fraîche
Groupe gris : les boissons	– L'eau – Les boissons toniques (café et thé) – Les jus de fruits et boissons rafraîchissantes sans alcool – Les boissons alcoolisées
Groupe rose : les produits sucrés	– Le sucre – Le chocolat – La confiture, la marmelade, la gelée – Les produits glacés – Le miel – Les confiseries

Remarque : parmi ces groupes d'aliments, un seul n'est pas indispensable : le groupe des produits sucrés qui ne doit donc être consommés qu'occasionnellement et en quantité contrôlée.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1

La conservation des aliments

Introduction

Les procédés de conservation des aliments ont pour but de maîtriser l'évolution des réactions de détérioration de leurs qualités sanitaires, organoleptiques, fonctionnelles et nutritionnelles.

Selon les procédés utilisés, ils permettent :

- *une conservation* à température ambiante en assurant une destruction des micro-organismes et des enzymes présents dans ces aliments responsables de leur altération. Ce sera le cas de la *stérilisation*, de *l'appertisation* et de *l'irradiation* ;
- *une stabilisation* en assurant un blocage ou un ralentissement du développement microbien. Les aliments ainsi traités devront donc être conservés au froid (dans le cas de la pasteurisation, la réfrigération, la congélation, la conservation en atmosphère contrôlée, le sous vide, et l'irradiation) ou en milieu sec (pour la déshydratation et la lyophilisation).

1. Les procédés utilisant la chaleur

1.1. La pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique généralement réalisé à des températures inférieures à 100 °C. Elle permet ainsi la destruction de la totalité des micro-organismes thermosensibles à savoir :

- les formes végétatives des micro-organismes pathogènes ;
- les micro-organismes responsables de certaines altérations ;

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- les moisissures ;
- les levures ;
- les bactéries Gram négatif.

Cependant, elle n'exerce pas d'effet sur les micro-organismes thermorésistants, ce qui explique que la plupart des germes sporulés résistent à l'opération et que certaines bactéries Gram+ ne sont que partiellement détruites (*Streptococcus* et *Lactobacillus* du lait par exemple).

La conservation des produits pasteurisés devra donc se faire par réfrigération ou congélation et ils bénéficient alors d'une date limite de consommation (DLC)

Les couples « temps-température » utilisés lors de ce procédé varient suivant les aliments traités : les plus utilisés sont les couples 30 sec/65 °C et 20 sec/72 °C. Tous deux aboutissent, quant à leurs effets sur les micro-organismes, aux mêmes résultats mais ils seront adaptés en fonction de chaque aliment. Par exemple, lors de la pasteurisation du lait on utilise le deuxième couple car il préserve bien ses qualités organoleptiques.

D'un point de vue technologique, la pasteurisation peut être effectuée soit sur des produits préalablement emballés (bouteilles en verre, emballages plastiques thermostables…), soit sur des produits en « vrac » (souvent liquides). Les calories nécessaires au chauffage sont apportées par l'eau, par la vapeur ou produites par des micro-ondes.

1.2. La stérilisation

La stérilisation permet l'élimination de tous les micro-organismes pathogènes y compris les formes sporulés et de la plupart des autres germes susceptibles de contaminer le produit alimentaire.

Les aliments stérilisés se conservent donc à température ambiante tant que le récipient n'a pas été ouvert et bénéficient d'une **date limite d'utilisation optimale (DLUO)**.

Les deux techniques de stérilisation les plus couramment utilisées sont :

- *la stérilisation à très haute température* (140 °C) réalisée en un temps très court (quelques secondes) appelée **UHT (Ultra Haute Température)**. Ce type de stérilisation est notamment utilisé lors de la conservation du lait ;
- *la stérilisation des conserves* appelée **appertisation** qui correspond au conditionnement d'aliments dans un récipient étanche aux liquides, aux gaz et aux micro-organismes associés au traitement par la chaleur (supérieur à 100 °C).

Remarque : la stérilisation industrielle des aliments est généralement réalisée à 121-122 °C (afin de détruire les spores du *Clostridium botulinum*).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2. *Les procédés utilisant le froid*

2.1. La réfrigération

- La réfrigération correspond à une conservation par le froid positif pendant une durée limitée : pour être efficace, la température doit ainsi être comprise entre 0 °C et + 4 °C.
- Le développement des germes mésophiles (donc la plupart des micro-organismes pathogènes) sont inhibés et seuls les micro-organismes cryophiles sont capables de se développer à savoir :

– *les bactéries pathogènes Listéria monocytogène, Yersinia enterocolitica* et le *Clostridium botulinum* type E ;
– *les bactéries d'altération Pseudomonas, Flavobactérium, Acinetobacter.*

- Les produits réfrigérés bénéficient d'une DLC.

Remarque : les produits pasteurisés sont pour la plupart conservés en froid positif.

2.2. La congélation

La congélation est un procédé de conservation de longue durée car elle inhibe à la fois l'altération enzymatique et le développement microbien. Elle a généralement lieu à **– 18 °C** et provoque :

– *un blocage de la multiplication des micro-organismes* cryophiles et mésophiles ;
– *une destruction des parasites et de leurs kystes* (par exemple, les cysticerques des ténias sont détruits à – 10 °C pendant 10 jours) ;
– *un arrêt de l'activité des enzymes* sauf celles des lipases (stoppées seulement à la température de – 25 °C) et de certaines enzymes présentes dans les végétaux (ascorbate oxydases, chlorophyllases, peroxydases, phénoloxydases). Les principaux facteurs limitant les durées de conservation sont donc le rancissement des graisses pour les produits en contenant ainsi que la destruction de composés nutritionnels importants pour les végétaux (c'est d'ailleurs pourquoi, afin de détruire ces enzymes, les végétaux sont blanchis avant congélation).

Il existe deux types de congélation :

– *la congélation lente* qui entraîne au niveau des tissus une cristallisation progressive ne touchant que l'eau extracellulaire. Elle est ainsi responsable de la formation de cristaux de glace peu nombreux mais de grande taille. C'est pourquoi, cette technique peut entraîner des lésions au niveau de l'aliment. Il en résulte, lors de la décongélation, des modifications de leur texture (ils ramollissent) et de leur capacité de rétention d'eau (ils subissent une forte exudation) ;
– *la congélation rapide ou* ***surgélation*** au cours de laquelle l'eau se cristallise aussi bien au niveau extracellulaire qu'intracellulaire ; les cristaux ainsi for-

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

més sont alors petits et nombreux ce qui préserve mieux la structure du produit. Lors de la décongélation, les aliments conservent ainsi leur texture initiale et perdent moins d'eau.

Les produits congelés présentent une DLUO sauf les steaks hachés surgelés, de par leur extrême fragilité, qui ont une DLC de 9 mois.

La durée d'entreposage dépendra aussi de la température de stockage. Ainsi, plus la température est faible et plus l'aliment se conservera longtemps et dans de bonnes conditions. De plus, leur broyage, fragmentation ou hachage diminue la durée d'entreposage alors que l'addition de sucre, de sauce, d'enrobage avec de la chapelure ou la cuisson provoqueront l'effet contraire.

3. *La déshydratation*

La **concentration**, le **séchage** et la **lyophilisation** sont des techniques de déshydratation qui ont pour but d'éliminer partiellement ou en quasi-totalité l'eau des aliments. Cela permet alors d'abaisser l'activité de l'eau (Aw) des aliments sachant, qu'en dessous d'une Aw de 0,6, toute multiplication microbienne est impossible.

Très souvent, l'élimination partielle de l'eau est associée avec une teneur élevée en sel ou en sucre permettant d'abaisser plus facilement l'Aw. C'est le cas, par exemple, des fruits secs (qui contiennent moins de 30 % d'eau et près de 70 % de sucre leur conférant ainsi une Aw de 0,6 environ).

De plus, l'élimination quasi totale de l'eau permet une conservation encore plus longue. Ainsi, les produits très déshydratés contiennent au maximum 5 % d'eau : c'est le cas, par exemple, du lait en poudre dont l'Aw est de 0,2.

Plusieurs procédés permettent la déshydratation :

- le séchage par de l'air chaud ;
- le séchage sous vide ;
- la lyophilisation : cette méthode consiste à congeler l'aliment (– 50 °C) puis à le chauffer dans une enceinte à pression réduite. L'eau passe ainsi directement de l'état solide à l'état vapeur (sublimation).

4. *L'ionisation*

Le traitement ionisant des aliments est un procédé qui a pour but de les assainir et/ou d'augmenter leur durée de conservation. Il n'est pas appelé à remplacer les traitements actuels mais doit être considéré comme complémentaire des méthodes classiques telles que la réfrigération ou la cuisson.

Ce traitement consiste à soumettre les aliments :

- soit à un rayonnement gamma ;
- soit à des rayons X ;
- soit à un faisceau d'électrons accélérés.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Rappelons que, dans ces conditions, il n'y a aucun risque nucléaire pour l'aliment (impossibilité de contamination radioactive) et que les produits ionisés ne présentent aucune potentialité toxique pour le consommateur. Les radiations décomposent ainsi seulement les molécules avec libération d'électrons libres qui heurtent d'autres molécules et les ionisent à leur tour.

Les effets positifs (amélioration de la qualité hygiénique, de la durée de conservation...) comme négatifs (mauvaises odeurs...) dépendent de la « dose » appliquée, mesurée en **gray** avec :

1 gray (Gy) = un joule/kilogramme d'aliment

On peut ainsi obtenir pour chaque aliment :
- *une inhibition de la germination* : 0,04 à 0,10 kGy ;
- *l'incapacité des insectes à se reproduire* : 0,03 à 0,20 kGy *ou leur mort* : 1 à 3 kGy ;
- *la destruction partielle ou totale de la charge microbienne* : 1 à 4 kGy ;
- *une destruction des germes pathogènes* (équivalent d'une pasteurisation) : 1 à 6 kGy (radurisation) ;
- *une stérilisation* : 15 à 50 kGy (radappertisation).

En 1980, après étude, l'OMS est arrivé à la conclusion que l'irradiation des denrées alimentaires jusqu'à une dose moyenne de 10 kGy n'entraînait aucun risque toxicologique. Cette dose de 10 kGy maximale a donc été retenue lors du traitement des aliments. Des doses supérieures seront seulement utilisées pour la stérilisation du matériel industriel.

En France, l'autorisation de l'ionisation repose sur **une liste positive** qui précise la méthode ainsi que la dose utilisée :

Procédé-dose	**Produits frais**	**Produits stabilisés (secs – surgelés)**
Antigermination (0,05 – 0,15 kGy)	Pomme de terre, oignon, ail	–
Désinsectisation (0,5 – 3 kGy)	Agrumes, papaye	Légumes secs, fruits secs, céréales
Destruction des parasites (0,5 – 3 kGy)	Viande de porc, viande de cheval (trichine)	–
Maturation différée (1 – 3 kGy)	Fraises, framboise, papaye, mangue	–
Hygiénisation pasteurisation (2 – 10 kGy)	Poisson – poulet	Crustacés congelés, épices, légumes déshydratés, semi-conserves de volaille

Cette méthode de conservation permet donc : de limiter l'utilisation d'additifs alimentaires, de traiter les produits dans leur emballage, d'éviter l'utilisation de la chaleur.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

5. *La conservation sous vide*

La durée de vie d'un produit alimentaire (matières premières fraîches, plats cuisinés) peut être prolongée en le conditionnant « sous vide ». Ce procédé consiste à le placer dans un emballage étanche où l'air est totalement éliminé (99 % minimum de vide).

Les micro-organismes aérobies sont alors inhibés et le produit est protégé contre l'oxydation et la dessication. Cependant, les produits utilisés doivent être de bonne qualité sanitaire. Les différentes manipulations avant la mise dans l'emballage et la mise sous vide doivent donc se faire dans des conditions d'hygiène strictes car les micro-organismes anaérobies ou aéro-anaérobies facultatifs peuvent encore se développer (tels que les lactobacilles, les streptocoques, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*). La conservation sous vide doit par conséquent être associée à une réfrigération ou à une congélation.

6. *Conservation sous atmosphère modifiée*

Ce procédé de conservation consiste à placer la denrée alimentaire dans un emballage où l'air est chassé et remplacé par un mélange gazeux composé de 80 % de diazote et de 20 % de dioxyde de carbone.

Le taux de croissance de nombreuses espèces microbiennes est ainsi fortement diminué et les micro-organismes les plus sensibles au dioxyde de carbone sont les *Pseudomonas*, les Achromobacter et en général la flore psychotrophes d'altération et à un moindre degré les moisissures. Les bactéries lactiques sont les moins sensibles. Certaines bactéries pathogènes sont partiellement inhibées (salmonelles), certaines en revanche se multiplient mieux (*Yersinia entorocolitica*), *Campylobacter jejuni*, d'autres sont indifférentes (staphylocoques, *Clostridium*).

Ce mode de conservation est associé à la réfrigération, l'inhibition par le dioxyde carbone étant proportionnellement plus importante au froid.

Ce procédé est surtout employé pour allonger la durée de conservation des légumes (4^{e} gamme), des ovoproduits, des viandes et des produits de la mer.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2

Le lait et les produits laitiers

Introduction

Il s'agit d'un groupe d'aliments, dont la matière première de base est le lait et constitué par une gamme de produits très variés aussi bien au niveau de leur présentation que de leurs qualités organoleptiques.

Ainsi, il comprend :

- *le lait* : c'est un produit naturel sécrété par les mammifères. À la fois aliment et boisson, il est donc d'un grand intérêt nutritionnel. **Le terme de lait sans aucun autre qualificatif est réservé au lait de vache** ;
- *les laits transformés* : ils résultent de traitements technologiques destinés à prolonger leur conservation (*exemples* : lait stérilisé, pasteurisé, en poudre…) ;
- *les laits modifiés* : ils ont subi des modifications de texture, de structure (*exemples* : yaourts, desserts lactés frais…). ;
- *les fromages* : ils regroupent les *fromages frais* (*exemples* : fromage blanc, petit suisse) et les *fromages affinés* (*exemples* : camembert, roquefort, comté).

Ce groupe est donc indispensable du fait de son apport en protéines animales (comparable à celles du groupe viandes, poissons, œufs), en calcium ainsi qu'en vitamines A, D et B_2.

Remarque : La crème fraîche et le beurre sont aussi des dérivés du lait mais on les classe dans le groupe des matières grasses du fait de leur richesse en lipides.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1. Le lait

1.1. Qualités organoleptiques

1.1.1. La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le β-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait), à la caséine et à la vitamine B_2.

1.1.2. L'odeur

Elle est caractéristique. En effet, le lait grâce à la matière grasse qu'il contient, fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation de l'animal et à la conservation du lait.

1.1.3. La saveur

Elle varie en fonction de la température de dégustation et de l'alimentation de l'animal.

Remarque : Les laits industriels ont subi une désaération ce qui diminue et homogénéise les odeurs et les saveurs.

1.2. Propriétés physiques déterminées en laiterie

1.2.1. La densité

Elle est de 1,032 à 20 °C pour les **laits de grand mélange**[1] en laiterie.

Le lait a donc un volume et un poids quasi égaux car sa densité est proche de 1.

La densité est mesurée avec un thermolactodensimètre qui permet aussi de déterminer rapidement la teneur en matières grasses du lait.

Un lait écrémé a une densité plus forte, la densité des matières grasses étant de 0,9. En revanche, en cas de mouillage, la densité diminue.

1.2.2. La viscosité

Elle correspond à la *résistance d'un liquide à l'écoulement*. Elle est due à la présence de protéines et de matières grasses dans le lait. Elle limite la montée des matières grasses à la surface du lait, diminue lorsque la température augmente et augmente lorsque le pH est < 6 (ce qui est constaté dans les crèmes acides).

L'homogénéisation multiplie la viscosité du lait de 1,2 à 1,4.

1. Laits de grand mélange = laits livrés en grande quantité aux laiteries. Ils ont une composition assez stable mais reflètent les races des animaux.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.2.3. Autres paramètres physiques

D'autres déterminations physiques sont réalisées en laiterie :
- *la chaleur spécifique* ;
- *le point de congélation* ;
- *la conductivité électrique* ;
- *l'extrait sec du lait* qui est de 12,5 à 13,5 g/100 ml. Il se compose de tous les constituants du lait à l'exclusion de l'eau. L'extrait sec dégraissé a une composition presque fixe car les matières grasses du lait constituent le composant le plus variable.

1.3. Microbiologie du lait, pollution et hygiène à la production

1.3.1. Microbiologie du lait

1.3.1.1. Généralités

Le lait, même provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normales, renferme de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (35 °C) ainsi que par sa richesse en eau et en glucides.

Par conséquent, il doit être très rapidement refroidit (température ≤ 6 °C), afin de limiter cette multiplication microbienne.

1.3.1.2. Les différents germes présents dans le lait

▶ BACTÉRIES LACTIQUES

Elles sont responsables d'une acidification du lait par transformation du lactose en acide lactique.

Lorsque le lait, laissé à température ambiante, atteint 6 à 7 g d'acide lactique par litre, la caséine (principale protéine du lait) coagule et le lait tourne ce qui donne du « lait caillé ».

▶ MICROBES SAPROPHYTES DIVERS

Ils se développent lorsque la récolte est peu soignée.

- ***Bactéries coliformes***

Leur présence est un indice de pollution car elles sont d'origine fécale.

Parmi elles, on trouve *Escherichia coli* qui est responsable de troubles digestifs.

- ***Bactéries protéolytiques***

Elles hydrolysent les caséines et donnent un mauvais goût au lait.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- ***Bactéries lipolytiques***

  Elles détruisent les matières grasses et donnent un goût de rance au lait.

▶ MICROBES PATHOGÈNES

- **Brucella**

Elle est responsable de la **brucellose** (ou fièvre de Malt). C'est une infection alimentaire provoquée par la consommation de lait cru et de fromages au lait cru.

- ***Fièvre aphteuse***

  C'est une pathologie due à un virus atteignant notamment les bovins.

- ***Bacille tuberculeux***

  Il est responsable de la **tuberculose**.

- ***Staphylocoques ou streptocoques***

Ils sont responsables d'infections transmises par des **mammites** (qui sont des inflammations des mamelles) chez la vache. Leur lait sera alors impropre à la consommation.

- **Campylobacter jejuni**

  Il provoque des infections gastro-intestinales.

- **Yersinia enterocolitica**

  Elle se développe dans des laits refroidis à 2-4 °C.

- ***Listeria monocytogenes***

  C'est une bactérie **cryophile** qui se développe dans les réfrigérateurs.

- **Salmonella**

  Elle se développe dans le lait cru principalement au moment de la traite.

1.3.2. Pollution du lait par des substances étrangères

Elle peut être due :
- ***à des antibiotiques*** utilisés pour les traitements des animaux (par exemple lors des mammites) ce qui entraîne la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait ;
- ***à des résidus de pesticides*** (fongicides, insecticides…) qui représentent, à long terme, des risques d'intoxication pour l'homme.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.3.3. Hygiène du lait à la production

Comme nous l'avons vu précédemment, le lait est un excellent milieu de culture microbienne. Ainsi, l'arrêté du *18 mars 1994* définit *l'hygiène du lait de sa production jusqu'à sa collecte* :

- le lait doit tout d'abord provenir d'exploitations enregistrées et contrôlées. Les animaux du cheptel doivent donc être en bonne santé. Ainsi, ils ne doivent présenter aucun symptôme de maladies contagieuses transmissibles à l'homme et ne doivent pas avoir été traités avec des substances dangereuses pour la santé de l'homme.
  Le lait ne doit pas non plus contenir de résidus de substances tels que les antibiotiques, sulfamides, mycotoxines, métaux lourds, radioéléments artificiels à des taux qui dépassent le niveau de tolérance admis ;
- de plus, l'hygiène de la traite, de la collecte, du transport, de la standardisation, des traitements éventuels, du personnel doit aussi être contrôlée grâce à des normes microbiologiques qui doivent être respectées.

1.4. Composition physicochimique et valeur nutritionnelle du lait

1.4.1. Composition moyenne de 100 ml de lait entier (tableau 1)

La teneur en matières azotées et en lipides varie avec la race du bovin. Elle est plus faible en général lorsque le lait provient de races laitières à forte production.

Ces teneurs baissent aussi pendant les mois d'été lorsque les bovins sont mis au pâturage.

Tableau 1 ■ Composition moyenne du lait entier.

Composants	Teneurs (g/100 g)
Eau	**89,5**
Dérivés azotés	**3,44**
1. Protéines	3,27
• caséine	2,71
• protéines solubles	0,56
2. Azote non protéique	0,17
Matières grasses	**3,5**
Lipides neutres	3,4
Lipides complexes	< 0,05
Composés liposolubles	< 0,05
Glucides	**4,8**
Lactose	4,7
Gaz dissous	5 % du volume du lait
Extrait sec total	12,8 g

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Le lait est constitué de 4 phases :

1. *Une* **émulsion de matières grasses** ou **phase grasse** constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).

2. *Une* ***phase colloïdale*** qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.

3. *Une* ***phase aqueuse*** qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).

4. *Une* ***phase gazeuse*** composée d'O_2, d'azote et de CO_2 dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

Ces phases sont en **suspension** les unes dans les autres. Il existe des facteurs qui permettent de rompre cette suspension (pH acide, présure) qui font coaguler la phase colloïdale. Ces techniques seront utilisées lors de la fabrication des dérivés du lait.

1.4.2. L'eau : 90 %

Le lait est riche en eau : 1/2 litre de lait (2 grands verres) apporte 450 ml d'eau. Il participe donc à la couverture des besoins hydriques de l'organisme.

1.4.3. Les dérivés azotés du lait (figure 1)

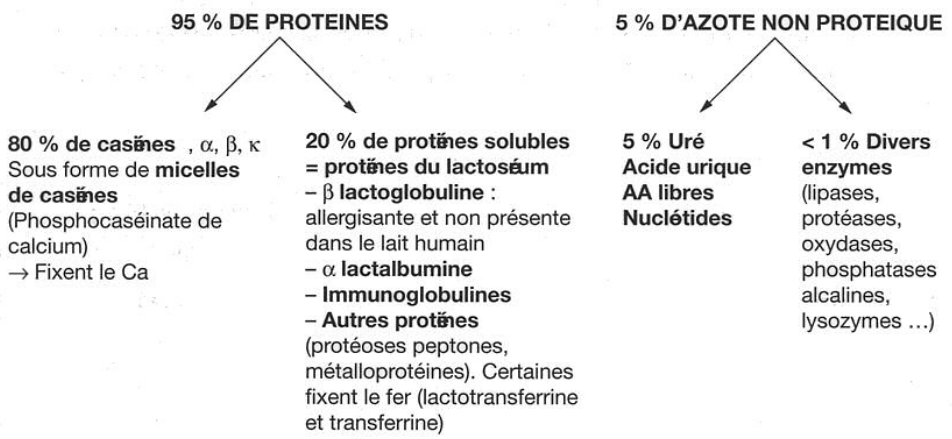


Figure 1 ■ Les dérivés azotés du lait.

L'urée et l'acide urique sont en faible quantité. Le phosphocaséinate de calcium est un complexe macromoléculaire contenant une partie minérale.

1.4.3.1. Analyse quantitative

Le lait contient en moyenne **3,5 % de protéines**. Cette teneur varie selon l'alimentation de l'animal, les saisons et le cycle de lactation.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.4.3.2. Analyse qualitative

Les protéines du lait de vache sont d'une excellente qualité : *le coefficient d'utilisation digestive est remarquable* : proche de 100 % pour les protéines totales et de l'ordre de 98 % pour la caséine. Particulièrement riches en lysine, elles peuvent donc corriger le déficit des produits céréaliers en cet acide aminé lorsqu'elles leur sont associées (*exemple* : riz ou semoule au lait, pain et lait...). De plus, *leur protéolyse est rapide et progressive* ce qui augmente leur digestibilité.

La caséine augmente la solubilité du calcium et donc augmente son assimilation. *La caséine est sensible au pH acide et aux enzymes coagulantes* ce qui accélère ou remplace la digestion stomacale. Ces propriétés sont utilisées lors de la fabrication des fromages ou d'autres produits laitiers grâce à une coagulation du lait à pH < 4,6 qui permet d'obtenir un caillé.

Les protéines du lactosérum sont couramment utilisées en industrie agroalimentaire (tableau 2).

Mais cela montre aussi l'intérêt de l'utilisation de laits acidifiés en alimentation pédiatrique et l'intérêt des yaourts et des fromages frais chez les personnes au tube digestif fragilisé ou incomplet suite à des opérations (*exemple* : gastrectomisés).

Tableau 2 ■ Utilisation des protéines du lactosérum en industrie agroalimentaire.

Produits alimentaires	Rôles des protéines solubles
Produits de boulangerie, biscuiterie	Apport protéique, rétention d'eau, gélifiant, texture
Pâtes alimentaires	Apport protéique, structure
Pâtisseries (meringues, génoises...)	Émulsifiant, moussant, rétention d'eau, gélifiant
Confiseries (caramels, nougats...), chocolat au lait	Émulsifiant, arôme, texture, dispersibilité
Potages, sauces	Épaississant, émulsifiant
Plats cuisinés	Épaississant, émulsifiant, rétention d'eau
Farines lactées	Apport protéique, solubilité
Boissons lactées ou fruitées	Solubilité, épaississant
Aliments diététiques et infantiles	Apport protéique, solubilité, épaississant
Fromages et fromages fondus	Émulsifiant, épaississant, gélifiant
Pâtes à tartiner, blanchisseur de café, crèmes glacées	Émulsifiant, épaississant
Crèmes, desserts, flans, yaourts	Émulsifiant, épaississant, gélifiant
Produits carnés (saucisses, pâtés...)	Émulsifiant, épaississant, liant, gélifiant, rétention d'eau et de matière grasse

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Analyse :

- La *caséine* est pauvre en acides aminés soufrés et riche en lysine. C'est pourquoi, sa valeur biologique (70 à 75 %) est inférieure aux protéines totales (85 % environ).
- Les *protéines du lactosérum* sont riches en acides aminés soufrés, en lysine et en tryptophane et même si elles sont déficientes en histidine, leur coefficient d'utilisation digestive, valeur biologique et utilisation protéique nette sont équivalents à ceux de l'œuf (tableau 3).

Tableau 3 ■ Qualités biologiques des protéines du lait comparées a celles de l'œuf.

	Œuf de poule	**Protéines totales du lait**	**Caséine**	**Protéines du lactosérum**
CUD (%)	100	100	≥ 98	100
VB (%)	94	85	70 à 75	94
UPN (%)	94	80	70 à 75	95
Acide aminé présent en plus petite quantité	–	Acides aminés soufrés	Acides aminés soufrés	Histidine

Les protéines du lait sont donc riches en lysine et en tryptophane mais déficientes en acides aminés soufrés. Si on souhaite pallier à cette déficience, il faut donc une complémentarité avec d'autres produits riches en acides aminés soufrés (*exemple* : les produits céréaliers).

1.4.4. Les lipides

1.4.4.1. Analyse quantitative

La teneur en lipides est variable et fonction de la race et de l'alimentation des vaches laitières. Les laits les plus gras seront utilisés pour la fabrication du beurre. La teneur en matières grasses des laits commercialisés est standardisée c'est-à-dire qu'elle est régulée industriellement en laiterie par écrémage (tableau 4).

1.4.4.2. Analyse qualitative (tableau 5)

La teneur en triglycérides est importante puisqu'elle varie de 95 à 96 % avec la répartition suivante :

- 2/3 *d'acides gras saturés* dont la moitié sont des acides gras à chaîne courte ;
- 1/3 *d'acides gras monoinsaturés* ;
- 2 à 3 % *d'acides gras polyinsaturés*.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 4 ■ Dénominations et apport énergétique du lait en fonction de sa teneur en matières grasses.

Dénominations	Teneur en matières grasses (g/100 g)	Apport énergétique kJ	Apport énergétique kcal	Étiquette
Lait entier	3,6	280	70	Rouge
Lait 1/2 écrémé	1,545 à 1,845	205	50	Bleue
Lait écrémé	Moins de 0,309	150	35	Verte

Tableau 5 ■ Composition en lipides et en composés liposolubles (en % des lipides totaux).

Composants	%	Sous forme de :
Lipides simples	98,5	– Triglycérides (95-96 %) – Diglycérides – Monoglycérides – Stérides – Cérides
Lipides complexes (ou polaires)	1	– Phosphoaminolipides
Composés liposolubles	0,5	– Hydrocarbures – Cholestérol – Alcools – Vitamines liposolubles

Ces acides gras qui composent le lait permettent de préciser les caractères de la matière grasse du lait :

- le lait de vache et ses dérivés (crème, beurre, fromages) sont d'un intérêt biologique médiocre quant à leur composition en acides gras monoinsaturés et en acides gras polyinsaturés de la série linoléique mais satisfaisant par rapport à l'acide α linolénique ;
- la teneur en acides gras courts et moyens est élevée ce qui est un facteur de bonne digestibilité.

Le *cholestérol* atteint 10 à 15 mg/100 g dans le lait entier ce qui est assez faible par rapport aux autres aliments d'origine animale. De plus, cette teneur diminue au fur et à mesure de l'écrémage du lait pour atteindre 5 mg/100 g dans le lait 1/2 écrémé et elle n'est plus que sous forme de traces dans le lait écrémé.

Remarque : Les matières grasses du lait représentent près de la moitié de sa valeur énergétique.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.4.5. Les glucides : 5 g/100 ml

La quasi-totalité des glucides est sous forme de **lactose**. Celui-ci intervient dans la constitution des structures cérébrales : c'est pourquoi, il est le glucide quasi exclusivement consommé par le nouveau-né. Le reste des glucides est représenté par des oligosaccharides.

Ces glucides représentent près du 1/3 de la valeur énergétique du lait entier mais ceci est insuffisant pour faire de lui un aliment équilibré (dans lequel 50 % de la valeur énergétique doit être sous forme de glucides). Cependant, seul le lait, parmi les aliments animaux riches en protéines, contient des glucides.

Le lactose favorise l'assimilation du calcium et permet le développement protecteur de la flore intestinale.

Son absorption est due à la lactase qui peut être déficiente chez l'adulte ce qui explique parfois les difficultés à digérer le lait pour certaines personnes.

1.4.6. Les fibres

Le lait est **dépourvu de fibres**.

1.4.7. Valeur énergétique (tableau 4)

1.4.8. Les acides organiques (tableau 6)

Tableau 6 ■ Les principaux acides organiques du lait et leurs rôles respectifs.

Acides organiques	Rôles principaux
Acide citrique	– Il augmente le CUD du calcium. – Utilisé par les micro-organismes lors de la fermentation des crèmes, il est le précurseur du diacétyle, arôme principal du beurre.
Acide neuraminique	– Il inhibe la croissance des germes de toxi-infections.
Acide nucléique	– Ils favorisent la croissance de *Bacillus bifidus*.
Acide orotique	– À forte dose (quantité de lait consommé > 1,5 litre par jour), il favorise le catabolisme du cholestérol. – Il est le facteur de croissance de *Lactobacillus bulgaricus*.

1.4.9. Les minéraux

1.4.9.1. Le calcium : 120 mg/100 ml

Le **rapport calcium/phosphore** (120/85) est de **1,4**, ce qui est **exceptionnel**.

1/4 de litre de lait (soit environ un bol) apporte 300 mg de calcium et couvre ainsi environ 30 % des apports nutritionnels conseillés en calcium.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Les formes sous lesquelles se présente le calcium favorisent son absorption. De plus, la présence simultanée dans le tube digestif de lactose et d'acides aminés libérés lors de l'hydrolyse des protéines du lait rend ce calcium particulièrement efficace pour couvrir les besoins calciques de l'organisme.

Cependant, le calcium est davantage sous forme minérale que le phosphore. Par conséquent, lors du caillage par l'acide lactique, le calcium sera *fortement entraîné dans le lactosérum*. C'est pourquoi, lorsque l'égouttage sera lent, comme c'est le cas lors de la fabrication de certains fromages traditionnels à pâte molle, le rapport calcium/phosphore diminuera de façon sensible.

1.4.9.2. Le sodium : 45 mg/100 ml

Le lait contient des quantités non négligeables de sodium. C'est pourquoi, on conseillera des laits désodés contenant seulement 2 mg de sodium/100 ml pour les personnes suivant des régimes « sans sel strict ».

1.4.9.3. Le potassium : 150 mg/100 ml

Le lait est pauvre en potassium.

1.4.9.4. Le magnésium : 10 mg/100 ml

Cette teneur est peu intéressante.

1.4.9.5. Les oligoéléments

Le lait contient en moyenne **pour 100 ml** :
- 0,1 mg de fer (cette teneur reste faible) ;
- 0,01 mg de cuivre ;
- 0,4 mg de zinc ;
- 11 µg d'iode ;
- 0,0016 mg de fluor.

Il est donc relativement peu intéressant en oligoéléments, même si l'alimentation des animaux est enrichie. D'où la nécessité d'une « supplémentation » lors de la fabrication des laits pédiatriques.

Ceci explique aussi que les veaux de lait qui reçoivent une alimentation pauvre en fer donnent une viande rose très clair parce que pauvre en myoglobine.

Remarque : même si la teneur en fer du lait à la récolte est faible, il existe actuellement sur le marché de nombreux laits enrichis en fer dont les teneurs peuvent atteindre 1 mg/100 ml.

1.4.10. Les vitamines

Les valeurs vitaminiques du lait français de grand mélange sont quasi constantes. Cependant, les laits de printemps et d'été sont en théorie plus riches en caro-

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

tènes et en vitamine D du fait de la mise des vaches en pâturage. Mais l'utilisation de plus en plus courante de produits d'ensilage[1] et de concentrés enrichis en vitamines durant la stabulation atténue ces variations saisonnières.

1.4.10.1. Les vitamines liposolubles

Les vitamines liposolubles les plus représentées dans le lait sont les *caroténoïdes* (β-carotènes et vitamine A) mais il contient aussi un peu de *vitamine D* qui permet la bonne utilisation du calcium par l'organisme.

Cependant, ces vitamines liposolubles étant liées aux matières grasses, le lait écrémé en est dépourvu (tableau 7).

Tableau 7 ■ Analyse quantitative des vitamines liposolubles du lait entier.

Vitamines	Teneur pour 100 g de lait	% des apports conseillés couverts pour 1/4 de litre de lait
A	Environ 40 ER	12,5 % chez l'homme 16,5 % chez la femme
D	0,08 µg	Ce taux est faible mais il suffit à stimuler l'absorption du calcium
E	0,07 mg	Peu représentée

1.4.10.2. Les vitamines hydrosolubles

Il y a un intérêt du lait pour son apport en vitamines B_2 et B_{12}. La flore du rumen est responsable de la teneur élevée en vitamine B_2 des laits de ruminants (tableau 8).

Tableau 8 ■ Analyse quantitative des vitamines hydrosolubles du lait entier.

Vitamines	Teneur pour 100 g de lait	% des apports conseillés couverts pour 1/4 de litre de lait
C	1 mg	Peu représentée
B_1	0,05 mg	Environ 10 %
B_2	0,17 mg	Environ 35 %
PP (B_3)	0,16 mg Le lait contient 50 mg de tryptophane précurseur	Peu représentée
B_5	0,35 mg	Environ 17,5 %
B_6	0,02 mg	Peu représentée
B_{12}	0,4 µg	Environ 40 %
B_9	3 µg	Peu représentée

1. Produits d'alimentation du bétail provenant des fourrages humides conservés en silo et transformés par fermentation lactique.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.5. Les différents types de laits commercialisés

1.5.1. Opérations préalables à la consommation et à la conservation du lait

1.5.1.1. Opération permettant la consommation du lait à la traite : le lait bouilli

Cette technique est utilisée uniquement pour les laits crus. C'est un procédé de chauffage à l'air libre qui est à peu près efficace au niveau hygiénique s'il est réalisé dans des conditions correctes : 3 à 5 minutes de maintien de l'ébullition, suivi d'un refroidissement rapide. Seules les bactéries sporulées résistent.

Mais ce procédé est dommageable au niveau nutritionnel car le temps de chauffage à l'air libre est long et entraîne la formation de la peau du lait (vers 80 °C). Celle-ci contient une grande partie des protéines solubles qui emprisonnent lors de leur ascension des lipides et des vitamines liposolubles. Sa non-consommation induit donc des pertes qui s'ajoutent à celles du brunissement enzymatique (réaction de Maillard) et à la thermo-oxydation des vitamines fragiles.

Le lait bouilli est donc moins intéressant au niveau organoleptique et nutritionnel.

1.5.1.2. Opérations permettant la conservation : les différentes transformations du lait à la laiterie

▶ L'HOMOGÉNÉISATION

C'est un procédé physique qui consiste à faire éclater, par pression, les globules de matières grasses en très fines particules. Ainsi, la matière grasse se trouve répartie de façon homogène dans le liquide et ne remonte plus à la surface.

L'homogénéisation facilite donc les traitements thermiques de conservation du lait en évitant notamment le dépôt de la crème le long des parois de l'emballage.

▶ LA STANDARDISATION

Le lait cru a naturellement une teneur variable en matières grasses (30 à 70 g/litre) selon les espèces, le type d'alimentation et les saisons. Il va donc subir un écrémage particulier appelé **standardisation** qui permet d'harmoniser la composition des laits provenant des différentes exploitations. Cela permet donc de faire correspondre le taux de matières grasses à celui exigé par la réglementation à savoir :

- 36 g/litre pour le lait entier ;
- 15,45 g et 18,45 g/litre pour le lait 1/2 écrémé ;
- 3,09 g/litre pour le lait écrémé.

La standardisation est réalisée à l'aide d'une **écrémeuse standardisatrice** utilisant la force centrifuge.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.5.2. Obtention et conservation des différents types de lait commercialisés

1.5.2.1. Les laits liquides ou laits de consommation courante (figure 2)

▶ LE LAIT FRAIS CRU

C'est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La mention **« lait cru » ou « lait cru frais »** doit obligatoirement figurer sur l'emballage et celle-ci est signalée par une bande ou une étiquette jaune. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes), conservé au réfrigérateur et consommé dans les 48 h.

▶ LE LAIT FRAIS PASTEURISÉ

La pasteurisation est un traitement thermique qui garantie la destruction de tous les germes pathogènes éventuellement présents tels que *Micobactérium tuberculosis*, *Salmonella*, *Brucella* et la majorité des bactéries responsables d'altération.

Le lait est ainsi chauffé entre 72 et 85 °C pendant environ 20 secondes puis il est refroidit rapidement à + 4 °C afin de stopper le développement des micro-organismes épargnés par la pasteurisation et susceptibles de le faire « tourner ».

Exemples de micro-organismes susceptibles de se développer : *Streptococcus* (dont *Streptococcus thermophilus*), les microcoques et l'ensemble des bactéries sporulées (telles que *Bacillus et Clostridium*).

Le lait pasteurisé conditionné doit se conserver au réfrigérateur et sa durée de conservation entre le moment du conditionnement et sa consommation doit être au plus égale à J + 7 jours, J étant le jour de conditionnement. Cependant, des dérogations concernant la date limite de consommation sont peu à peu accordées.

De plus, une fois ouvert, il doit être consommé dans les 2 à 3 jours.

Le lait pasteurisé est vendu sous 2 formes :

- lait frais pasteurisé *entier* ;
- lait frais pasteurisé 1/2 *écrémé*.

▶ LES LAITS DE LONGUE CONSERVATION

Ce sont des laits stérilisés qui garantissent la destruction de la totalité des micro-organismes présents dans le lait cru.

- ***Le lait stérilisé***

Il est fabriqué grâce à une stérilisation simple qui consiste à chauffer le lait déjà conditionné dans des récipients stériles hermétiques pour les porter à une température de 115 °C pendant 15 à 20 minutes puis à le refroidir. Le lait est alors exempt de toute flore microbienne.

Sa date limite de consommation est de 120 jours et la température de stockage doit être de 15 °C maximum. L'emballage doit porter la mention obligatoire « à

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

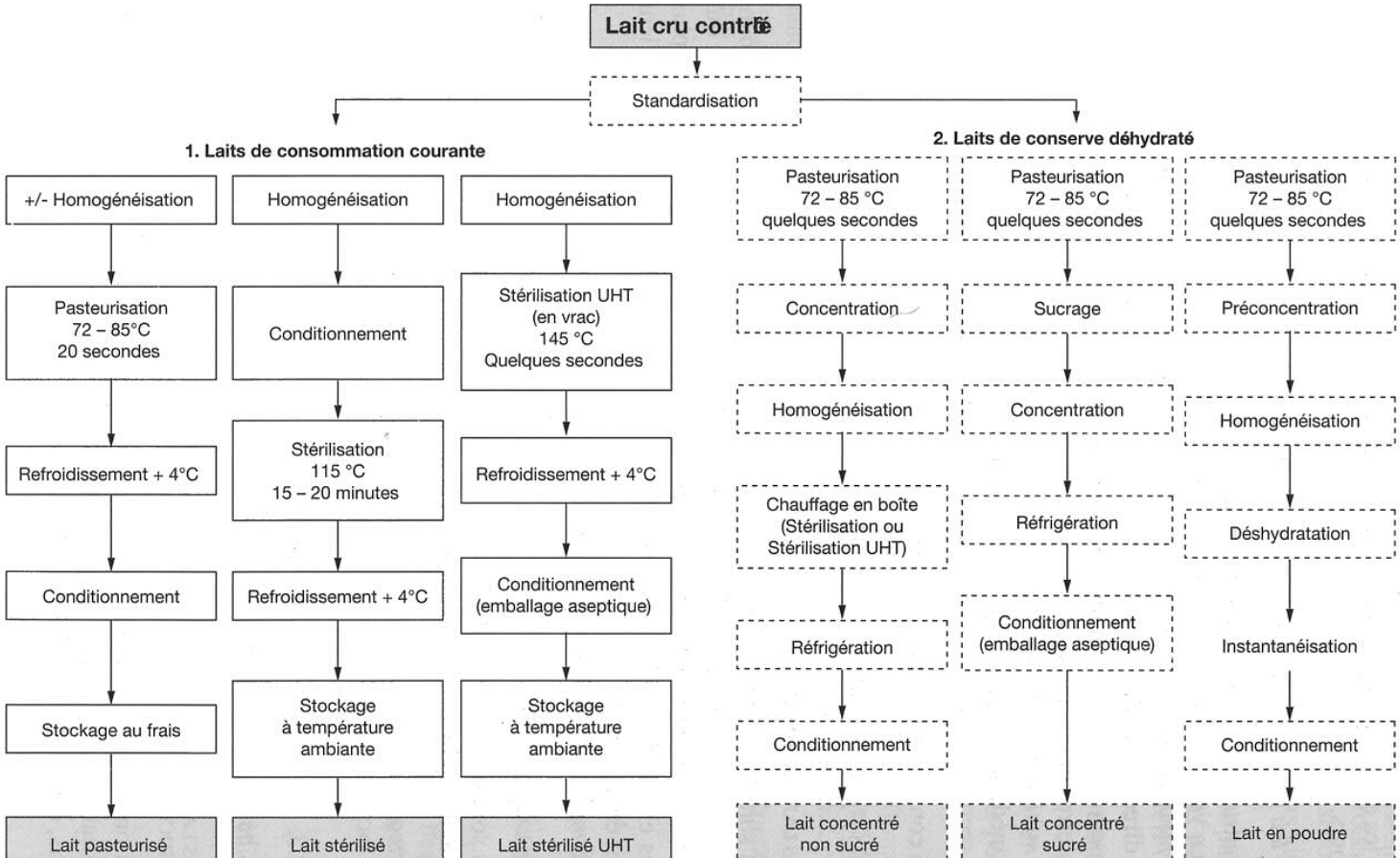


Figure 2 ■ Schéma d'obtention des différents types de laits commercialisés.

consommer de préférence avant... ». Le conditionnement se fait en bouteille plastique. Une fois entamé, il n'est plus stérile et doit donc être conservé au froid dans les emballages soigneusement fermés à + 6 °C et être consommé dans les 2 à 3 jours.

- ***Le lait stérilisé UHT (ultra haute température)***

Contrairement à la pasteurisation, elle se pratique sur des laits non conditionnés, en vrac, selon 2 procédés :

- *méthode directe ou upérisation* : de la vapeur sous pression est injectée directement dans le lait en vrac afin de le porter à 145 °C pendant quelques secondes. Ceci évite que le lait ne boue et ait un goût de cuit. Il est ensuite refroidit très rapidement et conditionné de façon aseptique ;
- *méthode indirecte* : le lait est soumis à un transfert de chaleur par l'intermédiaire d'échangeurs et il est également porté à 145 °C pendant quelques secondes, puis refroidit brutalement et conditionné aseptiquement.

Sa conservation est de 3 mois à température ambiante.

1.5.2.2. Les laits aromatisés et gélifiés

▶ LES LAITS AROMATISÉS

Ils sont fabriqués à partir de laits stérilisés, écrémés ou non, sucrés ou non, additionnés de colorants autorisés et de substances aromatiques naturelles qui peuvent être renforcées artificiellement. Ces produits sont donc très souvent plus riches en glucides voir en lipides d'où une incidence non négligeable sur leur valeur énergétique.

Exemples : laits chocolatés ou cacaotés.

▶ LES LAITS GÉLIFIÉS

Ils sont obtenus par addition, à des laits aromatisés, de gélifiants (*exemples* : agar-agar, alginates, carraghénanes) et de stabilisants (*exemple* : pectines).

Remarque : ces deux types de lait seront utilisés lors de la fabrication des desserts lactés frais.

1.5.2.3. Les laits de conserve déshydratés

Ils bénéficient d'une DLUO (date limite d'utilisation optimale).

▶ LES LAITS PARTIELLEMENT DÉSHYDRATÉS NON-SUCRÉS OU LAITS CONCENTRÉS NON SUCRÉS

Ils ont été privés de 50 à 55 % de leur teneur initiale en eau et ont subi une stérilisation en récipients ou plus rarement le traitement UHT. Ils peuvent être entiers, écrémés ou partiellement écrémés.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

▶ LES LAITS PARTIELLEMENT DÉSHYDRATÉS SUCRÉS OU LAITS CONCENTRÉS SUCRÉS

Ils existent aussi sous forme entier, 1/2 écrémé ou écrémé. Ils ne subissent pas de stérilisation car leur forte concentration en sucre limite fortement la croissance des micro-organismes. Ainsi, ils sont standardisés, pasteurisés quelques secondes puis sucrés avec un sirop de saccharose à 70 % et enfin concentrés sous vide et refroidis rapidement avant d'être conditionnés.

Ces laits, présentés en boîtes, tubes, berlingots peuvent être aromatisés par des substances naturelles renforcées par d'autres arômes. Ils sont recherchés par les enfants, vu leur goût et leur présentation. Ils sont souvent consommés tels quels sans réhydratation.

Pour ces deux types de lait, les traitements de déshydratation permettent une conservation prolongée supérieure à 1 an à température ambiante (12 à 18 mois).

Après ouverture, leur conservation doit se faire au réfrigérateur et leur consommation dans les 3 jours pour le lait concentré non sucré et 8 jours pour le lait concentré sucré.

▶ LES LAITS TOTALEMENT DÉSHYDRATÉS OU LAITS EN POUDRE

On ne conserve que l'extrait sec : la teneur en eau est donc au plus de 5 % du produit fini, leur Aw est de 0,2 ce qui permet leur longue conservation. Cependant, ils craignent la chaleur et l'humidité.

La conservation se fait jusqu'à 1 an dans un endroit frais et sec. Cependant, une fois le produit ouvert, elle dépend de leur teneur en matières grasses :

- entier : 10 jours ;
- 1/2 écrémé : 2 semaines ;
- écrémé : 3 semaines.

On peut les utiliser pour enrichir l'alimentation (*exemple* : personnes dénutries).

1.5.2.4. Les laits infantiles ou laits de croissance

Ce sont des laits en poudre spécialement conçus pour s'adapter aux besoins des nourrissons et des enfants de 10 mois à 3 ans. Leur dénomination légale est **« aliment lacté diététique pour nourrisson »**.

1.5.2.5. Autres laits

Actuellement, sur le marché, de nombreux laits à composition enrichie ou modifiée ont été commercialisés (tableau 10).

1.5.2.6. Les laits fermentés

Voir le paragraphe 2 « Les laits fermentés ».

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 9 ■ Diagramme général de la fabrication.

	Laits frais		Laits longue conservation		Laits de conserve	
	Lait cru	**Lait frais pasteurisé**	**Lait stérilisé**	**Lait stérilisé UHT**	**Lait concentré**	**Lait en poudre**
Traitement	Réfrigération à la ferme	Pasteurisation	Stérilisation	Stérilisation UHT	Pasteurisation ou stérilisation (s'il est non sucré)	Pasteurisation puis déshydratation complète
Objectif	Le lait reste intact, avec sa flore d'origine	Destruction totale des germes pathogènes	Destruction de tous les germes qu'ils soient pathogènes ou non			
Mode de conservation (en emballage fermé)	Réfrigération	Réfrigération	À température ambiante			
Durée de conservation (en emballage fermé)	48 h	7 jours	120 jours	3 mois	> 1 an	1 an
Durée de conservation (en emballage ouvert)	Au froid : 48 h	Au froid : 2 à 3 jours			Au froid : – 3 jours : lait concentré non sucré – 8 jours : lait concentré sucré	À température ambiante : – 10 jours : lait entier – 2 semaines : lait 1/2 écrémé – 3 semaines : lait écrémé
Conseil de consommation	Il faut le faire bouillir avant de le consommer	On le consomme directement sans le faire bouillir			Conserver la boîte fermée	Conserver la boîte fermée à l'abri de l'humidité et de la chaleur

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 10 ■ Exemples de présentation des différents laits commercialisés.

Nom usuel	Dénomination	Population ciblée	Intérêts nutritionnels	Remarques
Laits de croissance	Lait stérilisé UHT 1/2 écrémé	Enfants de 10 mois à 3 ans	Enrichis en fer	Cet enrichissement reste faible malgré tout.
Laits « à teneur garantie en vitamines et minéraux »	Lait stérilisé UHT entier ou 1/2 écrémé	Toute population	D'un point de vue réglementaire, ces laits peuvent contenir entre 90 et 200 % de la teneur initiale du lait avant traitement thermique.	En fait, on ne constate pas de différence significative avec des laits standards. Il peut donc y avoir confusion dans l'esprit du consommateur entre « garanti » et « enrichi ».
Laits aromatisés recommandés pour petit-déjeuner ou collations	Lait stérilisé UHT 1/2 écrémé	Toute population	Teneurs en vitamines supérieures à celles du lait. Parfois la teneur en lipides peut aussi être augmentée.	Contient des céréales et de l'œuf et parfois du cacao La teneur en glucides est élevée : environ 11 % à cause de l'adjonction de sucre. Cela augmente donc la valeur énergétique tandis que le taux de calcium régresse.
Boisson lactée au jus de fruit	Lait stérilisé UHT écrémé	Adolescents et adultes	Teneurs en vitamines supérieures à celles du lait.	La teneur en protéine est un peu faible. La teneur en glucides est élevée : environ 12.5 %.
Laits « et protéines »	Lait stérilisé 1/2 écrémé	Toute population	–	La teneur en protéines n'est pas plus élevée que dans le lait malgré le nom usuel qui tend à le laisser penser.
Laits type « Silhouette »	Lait stérilisé UHT écrémé	Adolescents et adultes	Les laits sont enrichis en vitamines.	Ce produit est simplement un lait écrémé. Ce n'est pas un produit « de régime » malgré son non usuel qui peut prêter à confusion.
Lait type « Silhouette plus »	Lait stérilisé écrémé	Adolescents et adultes	Enrichi en 8 vitamines, en fer, zinc et magnésium. Contient également des fibres bifidogènes (1.2 %).	Même remarque que pour « silhouette ». Manque de vitamine D.

Tableau 10 ■ Exemples de présentation des différents laits commercialisés. (suite)

Lait écrémé qui a du goût	Lait aromatisé stérilisé UHT écrémé	Adolescents et adultes	Les arômes permettent aux personnes n'aimant pas le goût originel du lait nature d'en consommer.	–
Lait à teneur réduite en lactose	Lait stérilisé UHT 1/2 écrémé à teneur réduite en lactose (< 0,9 g/l)	Toute population	Contient de la lactase : intérêt chez les sujets qui digèrent mal le lait mais ne peut être consommé en cas d'intolérance au lactose car il en contient encore un peu.	Il est aussi enrichi en vitamine D.
Laits enrichis en magnésium	Lait stérilisé UHT 1/2 écrémé	Toute population	Enrichissement en magnésium de l'ordre de 6 à 18 mg/100 ml.	Cette teneur en magnésium reste cependant faible par rapport aux apports conseillés en ce minéral.
Laits « calcium et vitamine D »	Lait stérilisé UHT 1/2 écrémé	Toute population	Enrichi en protéines de lait, en vitamine D et plus ou moins en calcium (150 mg/100 g)	L'enrichissement en calcium est faible et on peut se demander s'il est vraiment utile d'autant plus que certains produits mentionnent calcium sur l'étiquette même sans enrichissement.
Laits enrichis en Oméga 3	Boisson lactée stérilisée UHT avec huile de poisson	Adolescents et adultes	Contient des acides gras polyinsaturés (60 à 75 mg/100 ml).	Cette teneur semble être peu significative. De plus, il n'y a pas de précision sur l'étiquetage quant aux conditions de conservation ou de préchauffage comme l'avait souhaité l'AFSSA.
Laits enrichis en fibres	Lait stérilisé UHT 1/2 écrémé ou écrémé	Adolescents et adultes	Contient des fibres solubles ayant un effet favorable sur le transit intestinal.	La quantité de fibres ajoutées reste faible cependant d'où le peu d'effets escomptés.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.5.3. Conclusion : incidences des différents traitements sur les qualités organoleptiques et la valeur nutritionnelle du lait

1.5.3.1. La standardisation

Elle permet de fixer le taux de lipides dans le lait. Elle modifie la valeur nutritionnelle en vitamines liposolubles pour les laits 1/2 écrémés et écrémés.

1.5.3.2. L'homogénéisation

Elle améliore la digestibilité des lipides.

1.5.3.3. Les traitements thermiques et associés

D'une manière générale, la chaleur n'a aucun effet sur la composition en matières grasses du lait et très peu d'effets sur la qualité des protéines.

La proportion de calcium et de protéines solubles peut être légèrement modifiée mais la teneur totale demeure inchangée.

Elle n'a pas d'effet non plus sur les vitamines liposolubles.

- *La pasteurisation* provoque une légère perte (< 10%) de certaines vitamines hydrosolubles (B_1, B_6, B_9 et vitamine C).
  Remarque : il existe un lait pasteurisé dit de « haute qualité » Il est recueilli dans des étables soumises à un contrôle sanitaire spécial et il est pasteurisé à une température ne dépassant pas 72 °C pendant 15 secondes maximum. Il offre ainsi en plus d'une grande garantie hygiénique, une meilleure qualité organoleptique.
- *La stérilisation classique* : elle est responsable d'une dénaturation des protéines solubles (essentiellement des β-lactoglobulines) ce qui augmente leur digestibilité. Cependant, des réactions de Maillard ont lieu entraînant une diminution de la valeur biologique. On constate aussi une perte (d'environ 30 %) de certaines vitamines hydrosolubles (B_{12} et B_9).
- *La stérilisation UHT* : ce procédé a des effets moindres quant à la perte de vitamines hydrosolubles (celles-ci ne dépassent pas 20 %).
- *La déshydratation* : la composition des *laits déshydratés non sucrés* est approximativement celle du lait stérilisé correspondant concentré deux fois environ. La dilution restaure la même composition que le lait d'origine.
  Les *laits déshydratés sucrés* ont une teneur en eau de 24 % environ alors que les autres constituants atteignent une concentration proche du triple de celle du lait. Ainsi, la teneur en saccharose atteint plus de 40 %.
  Les laits totalement déshydratés présentent une valeur nutritionnelle qui peut être assimilée à celle des laits UHT stérilisés après leur reconstitution.
- *Les laits aromatisés et gélifiés* ont une valeur énergétique supérieure notamment s'ils sont non écrémés et sucrés.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Pour compenser l'ensemble de ces pertes, la législation autorise la restauration en vitamines du lait. Il s'agit des laits portant la mention **« à teneur garantie en vitamines »** sur l'emballage.

1.5.3.4. Le refroidissement

Il permet de limiter les effets des traitements thermiques.

1.5.3.5. Le conditionnement en récipient

Il permet de conserver les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait mais il convient de faire attention quant aux conditionnements translucides qui provoquent une perte de vitamine B_2.

1.6. Autres laits de mammifères terrestres (tableau 11)

Tableau 11 ■ Composition d'autres laits de mammifères terrestres.

Origine	Composition pour 100 g								
	Extrait sec total (g)	Matières azotées		Lipides (g)	Glucides (g)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Calcium (mg)	Phosphore (mg)
		Total (g)	Caséines (%)						
Lait humain	12,5	1,2	28	3,5	6,5-7	16	50	30	15
Lait de vache	12,3	3,5	84	3,5	4,8	45	150	120	85
Lait de chèvre	13,4	3,4	75	3,8	4,4	45	185	120	103
Lait de brebis	17,3	5,6	84	6,4	5,0	40	146	180	140
Lait de bufflonne	18,9	4,0	87	8,0	4,7	40	150	195	130
Lait de jument	10,2	2,2	50	1,5	6,2	n.d	64	110	54
Lait d'ânesse	9,6	2,0	45	1,1	6,1	n.d	n.d	110	61

1.6.1. Le lait de brebis

Il est plus visqueux et plus riche que le lait de vache. Ainsi, il contient 6,4 % de matières grasses et 5,6 % de protéines. Ses teneurs en lactose, en vitamines B_1, B_2, B_6 et en sels minéraux lui sont également supérieures.

1.6.2. Le lait de chèvre

Contrairement au lait de vache, il ne contient pas de β-carotène ce qui explique sa couleur plus blanche que l'on retrouve d'ailleurs dans les fromages qui en sont issus.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Il présente une composition assez voisine de celle du lait de vache mais sa teneur en caséines, moins importante, occasionne un rendement plus faible pour le fromager.

De plus, ses caséines sont différentes de celles du lait de vache ce qui lui confère des propriétés non allergisantes.

Cependant, ce lait contient aussi du chlore qui peut provoquer de l'acidose chez le nourrisson.

1.6.3. Le lait de bufflonne

C'est l'ingrédient de base de la vraie *mozzarella*.

1.6.4. Le lait de jument

La jument est un animal monogastrique (comme l'homme). Elle produit donc un lait qui présente une composition assez proche du lait de femme, par opposition à celui des ruminants, dont la double digestion oxyde les acides gras polyinsaturés et la vitamine D.

Cependant, il manque de sels minéraux et son prix reste très élevé.

Remarque : on peut aussi consommer du lait de chamelle qui est d'autant plus pauvre en lipides et riche en eau que l'environnement est sec. Il présente de plus un goût plus fort et est riche en acide linoléique ainsi qu'en vitamine C.

2. *Les laits fermentés*

2.1. Introduction : définition

La dénomination « **laits fermentés** » est réservée aux produits laitiers préparés avec des laits écrémés ou non sous forme liquide, concentrée ou en poudre. Ils pourront être enrichis avec des constituants du lait tels que la poudre de lait ou les protéines de lait.

Le lait subit alors un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation et est ensemencé avec des micro-organismes caractéristiques de chaque produit.

La coagulation des laits fermentés ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité de ses micro-organismes qui sont pour la plupart des « **probiotiques** » c'est-à-dire bénéfiques pour la santé.

2.2. Le yaourt

2.2.1. Définition

Selon la définition de 1977 établie par la **FAO** (***F**ood **A**gricultural **O**rganisation*) et l'**OMS** (**O**rganisation **m**ondiale de la **s**anté), le yaourt est un lait coagulé

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

obtenu par la fermentation lactique acide due à 2 ferments spécifiques : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* qui sont contenus naturellement dans le lait, à l'exclusion de toute autre bactérie.

Ces bactéries doivent se retrouver vivantes à la concentration de 10^7/g de produit. Elles sont aussi thermophiles et dégradent le lactose en acide lactique à partir de 45 °C dont la teneur doit être au moins de 0,7 % lors de sa vente.

De plus, elles vivent en symbiose : *Lactobacillus bulgaricus* libère ainsi des acides aminés à partir de la caséine qui seront alors utilisés par Sreptococcus thermophilus qui libérera à son tour des acides aminés nécessaires à la croissance des *Lactobacillus bulgaricus* (figure 3).

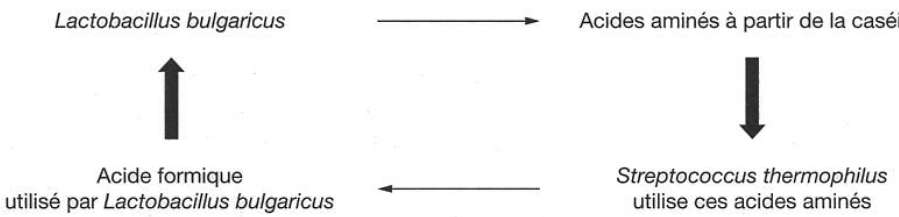


Figure 3 ■ La symbiose des bactéries du yaourt.

2.2.2. *Diagramme général de la fabrication du yaourt* (figure 4)

Selon la température et la durée d'incubation, on obtient un produit plus ou moins acide et plus ou moins parfumé. Les *Streptococcus thermophilus* se développent plus rapidement et sont moins acidifiants que les *Lactobacillus bulgaricus*. Ils sont ainsi davantage générateurs d'arômes (*exemples* : acides volatils, aldéhydes, cétones) qui sont des produits de leur métabolisme. Si l'on veut obtenir un produit plus doux, on augmente la température d'incubation de 1 à 3 °C ou on utilise un levain plus jeune pour la fermentation.

Les yaourts brassés sont fermentés en cuve : ils seront plus onctueux car le caillé est brassé et tamisé. En revanche, les yaourts traditionnels sont fermentés directement dans leurs pots et sont de texture plus compacte.

Il existe une troisième catégorie de yaourt : les yaourts à boire qui après avoir été brassés sont battus dans des cuves avant d'être conditionnés.

La poudre de lait permet d'améliorer la consistance.

La gélification du lait fermenté qui correspond à la coagulation de la caséine est assurée par :

- *l'action de la chaleur* lors de son chauffage ;
- *son acidification* obtenue lors du développement des bactéries lactiques sélectionnées.

Le yaourt ne doit faire l'objet, après coagulation du lait d'aucun traitement autre que la réfrigération et, éventuellement le brassage. Ce refroidissement a lieu lorsque l'acidité voulue est atteinte et le froid limite la recontamination par les levures et les moisissures pour lesquelles ce milieu à pH acide est optimal.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

La date limite de consommation des yaourts est de 24 jours au maximum après la date de fabrication (ceci est d'ailleurs vrai pour tous les autres laits fermentés).

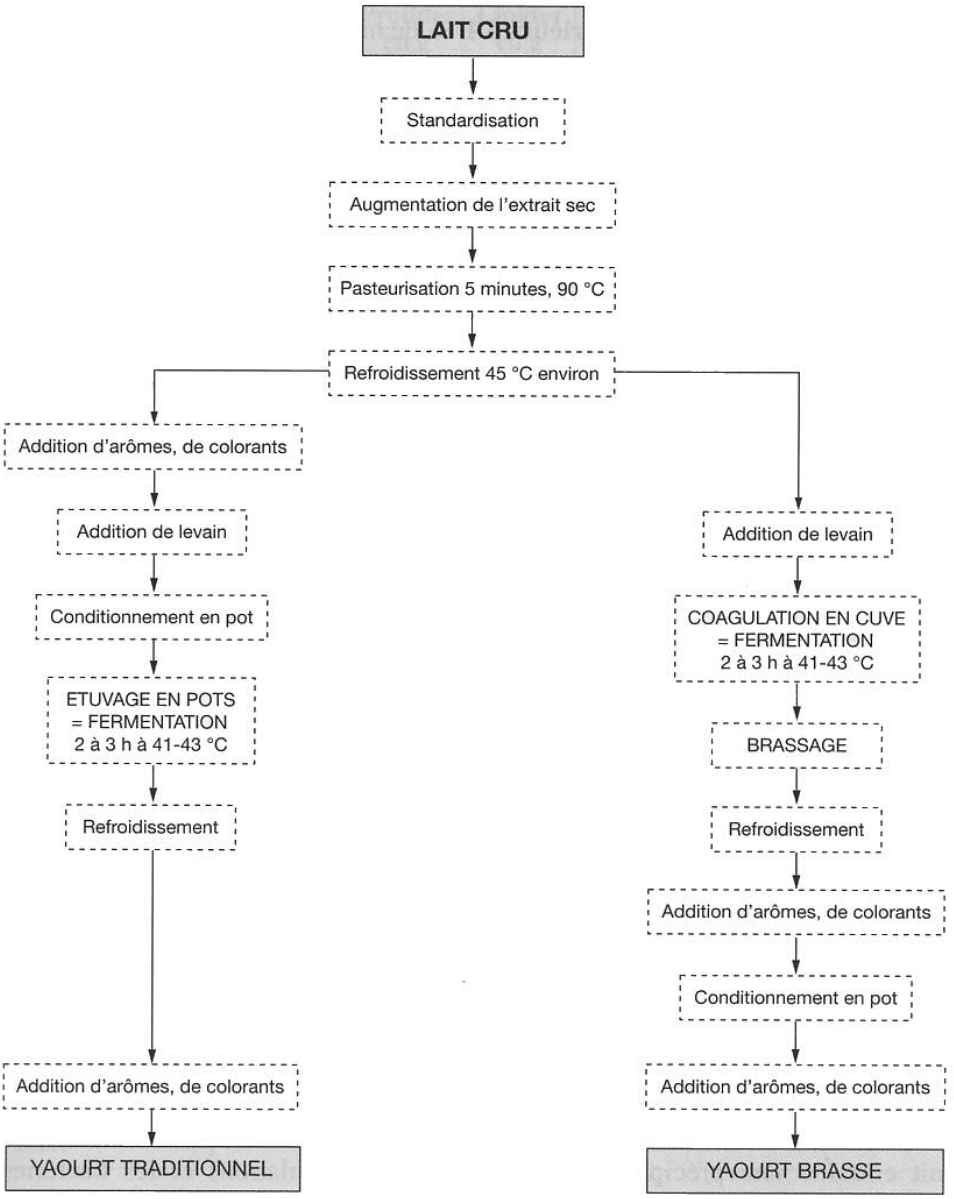


Figure 4 ■ Diagramme général de la fabrication des yaourts traditionnels et des yaourts brassés.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.2.3. *Classification des différents types de yaourts*

2.2.3.1. *Selon leur teneur en matières grasses*

- *Les yaourts maigres* : **inférieurs à 1 %** de matières grasses ;
- *les yaourts ordinaires natures* : **1 % minimum** de matières grasses ;
- *les yaourts au lait entier* : **3,5 %** de matières grasses.

2.2.3.2. *Selon leur goût*

- *Les yaourts natures* : ils ne subissent aucune addition ;
- *les yaourts « sucrés »* : ils sont additionnés de sucre ;
- *les yaourts « aux fruits », « au miel », « à la confiture »* : ils subissent une addition inférieure à 30 % de ces différents produits ;
- *les yaourts « aromatisés »* : ils contiennent des arômes naturels renforcés par un produit de synthèse.

2.2.3.3. *Selon leur texture*

- *Les yaourts « fermes »* : ce sont les yaourts coagulés en pots ;
- *les yaourts « brassés »* : ce sont les yaourts coagulés en cuve et brassés avant la mise en pot ;
- *les yaourts « à boire »* : leur texture est liquide.

2.2.4. *Valeur nutritionnelle des yaourts*

2.2.4.1. *Analyse quantitative* (tableau 12)

2.2.4.2. *Analyse qualitative*

▶ LES PROTÉINES

Elles sont en quantité supérieure à celle du lait grâce à l'adjonction de poudre de lait sec et de protéines de lait.

Elles ont aussi une excellente valeur biologique. En effet, l'acidification du lait entraîne une précipitation de la caséine (coagulation) et les bactéries libèrent alors des enzymes qui l'hydrolysent. Ceci augmente donc la digestibilité du yaourt d'où leur utilisation préférentielle lors des gastrectomies par exemple.

Certains acides aminés du yaourt seront cependant consommés par les micro-organismes ce qui entraîne un abaissement du coefficient d'utilisation digestive protéique mais qui reste négligeable.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 12 ■ Composition de différents types de yaourts.

Type de yaourt	Teneur moyenne pour 100 g de produit					
	Protides en g	Lipides en g	Glucides en g	Calcium en mg	Valeur énergétique	
					kJ	kcal
Yaourt nature	4,3	1,1	4,8	170	200	50
Yaourt nature au lait entier	4,1	3,5	4,7	151	300	70
Yaourt nature maigre	4,5	0,3	4,9	150	200	50
Yaourt nature sucré	3,9	0,9	13,4	155	330	80
Yaourt maigre sucré	4	0,1	13,8	150	300	70
Yaourt aromatisé	4	1	14,5	150	350	85
Yaourt aromatisé maigre	4,3	0,1	7,1	160	200	50
Yaourt à boire nature sucré	2,9	1,2	12,8	110	310	75
Yaourt à boire aromatisé	2,9	1,4	13,3	107	330	80
Yaourt à boire pulpe de fruits	2,7	1,6	13,5	107	335	80
Yaourt au lait entier aux fruits	3,5	2,7	18	130	480	113

Tableau 13 ■ Valeur nutritionnelle moyenne des yaourts

	Protéines (g/100 g)	Lipides (g/100 g)	Glucides (g/100 g)	Calcium (mg/100 g)	Valeur énergétique (/100 g)	
					kJ	kcal
Yaourt nature	4	1	5	170	200	50
Yaourt nature au lait entier	4	3,5	5	150	300	70
Yaourt nature maigre	4	–	5	150	200	50
Yaourt aux fruits	4	Variable	18	130	500	100
Yaourt aromatisé	4	Variable	14	150	350	85
Yaourt à boire sucré	3	1,5	14	110	320	75

▶ LES GLUCIDES

Lors de la fermentation du lait en yaourt, 25 % du lactose seulement est transformé en acide lactique par les bactéries. Cependant cette teneur suffit au yaourt pour être mieux digéré et toléré que le lait.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Le lactose et l'acide lactique peuvent avoir un rôle laxatif léger : en effet, en favorisant le développement des *Lactobacillus* dans l'intestin, ils diminuent la putréfaction intestinale et la constipation.

De plus, la flore du yaourt survie au passage stomacal. Ainsi, les bactéries spécifiques du yaourt peuvent exercer une activité lactasique dans l'intestin qui peut pallier aux insuffisances souvent constatées en cet enzyme chez les adultes.

La teneur en glucides est :

- équivalente à celle du lait de départ quand du lait en poudre a été ajouté (3 %) ;
- inférieure à celle du lait de départ s'il n'y a pas addition de lait en poudre ;
- supérieure si les yaourts sont sucrés ou aromatisés.

▶ LES LIPIDES

La valeur énergétique est variable en fonction des glucides mais aussi des lipides (c'est-à-dire en fonction du type de lait utilisé : entier, 1/2 écrémé ou écrémé).

Quoi qu'il en soit, la majorité de ces lipides sont saturés.

▶ LES MINÉRAUX

• ***Calcium***

La quantité de calcium est plus importante dans les yaourts par rapport au lait grâce à l'augmentation de l'extrait sec. Ainsi, on passe de 120 mg/100 ml dans le lait à 170 mg/100 g en moyenne dans les yaourts (tableau 14).

Le yaourt fait partie des aliments dont la **densité calcique** est la plus élevée (densité calcique = quantité de calcium/100 kcal) : d = 346 mg/100 kcal (yaourt nature).

L'acidification par l'acide lactique du yaourt provoque une solubilisation du calcium qui sera alors mieux assimilé.

• ***Autres minéraux***

Phosphore = 110 mg/100 g : le rapport calcium/phosphore est de 1,5 ce qui est excellent.

Sodium = 60 mg/100 g.

▶ LES VITAMINES

Le yaourt contient des vitamines du groupe B en faible quantité et il est dépourvu de vitamine C. Cependant, les bactéries lactiques produisent certaines vitamines du groupe B ce qui augmente légèrement cet apport de 10 à 15 %.

Les vitamines liposolubles sont apportées en petite quantité sauf dans les yaourts fabriqués avec du lait écrémé où il n'y en a aucune.

Remarque : certaines vitamines sont dégradées par la flore même si les pertes sont compensées par la concentration du lait.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 14 ■ Densité calcique des produits laitiers.

Produit	Densité calcique (mg Ca/100 kcal)
Yaourt nature	346
Yaourt maigre nature	340
Lait écrémé	330
Fromages à pâte dure	275
Fromage blanc 0 %	275
Lait 1/2 écrémé	250
Yaourt entier	215
Fromages à pâte demi-dure	230
Lait entier	190
Fromages à pâte molle à croûte lavée	190
Fromages persillés	175
Fromages à pâte molle à croûte moisie	95
Fromage blanc 20 %	145
Fromage blanc 30 %	115
Fromage blanc 40 %	95
Petit suisse 40 %	78
Fromages fondus	45,5

2.2.5. Intérêts nutritionnels du yaourt

L'acide lactique est légèrement antiseptique : cette acidité inhibe le développement de germes pathogènes dans le tube digestif du consommateur. De plus, l'acidité stimule les mouvements péristaltiques du tube digestif, facilitant l'élimination des micro-organismes pathogènes.

Streptococcus thermophilus semble aussi empêcher l'implantation de certaines bactéries pathogènes dans l'intestin telles que les Salmonelles et les Colibacilles.

Cependant, les bactéries du yaourt ne s'implantent pas dans la flore intestinale. C'est pourquoi, pour maintenir leurs effets bénéfiques, un apport régulier est nécessaire.

Les bactéries du genre *Lactobacillus* sécrètent du peroxyde d'hydrogène antiseptique lui aussi.

Le yaourt est donc un aliment « vivant » qui, d'une façon générale, diminue les symptômes de dérangement intestinal.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.3. Les autres laits fermentés frais

Leur fabrication varie peu par rapport à celle du yaourt si ce n'est la modification des paramètres de fermentation (température, durée). Leur composition nutritionnelle quantitative est aussi proche de celle des yaourts mais ils n'ont pas droit à cette dénomination. Leur arôme varie avec la flore microbienne utilisée.

2.3.1. Les laits au Lactobacillus

Les espèces *acidophilus* ou *caséi* sont utilisées seules ou en présence d'autres ferments tels que *Streptococcus thermophilus*. Certaines souches de *Lactobacillus acidophilus* ou *Lactobacillus casei* renforcent les propriétés immunitaires de l'organisme plus efficacement que *Lactobacillus bulgaricus*.

2.3.2. Les laits au Lactobacillus bifidus

Les bactéries du genre *Bifidobacterium* sont **commensales**[1] de la bouche et du tube digestif distal de l'homme. Elles sont adaptables à la flore intestinale et de ce fait ont un rôle régulateur du transit digestif.

Ainsi, ce type de laits constitue une thérapie efficace lors de diarrhées provoquées par des entérovirus. De plus, ils ont une activité importante contre les entérobactéries et rééquilibrent la flore digestive après traitement par antibiotiques.

2.3.3. Autres laits fermentés par des bactéries hétérofermentaires

Les produits formés sont variés, s'ajoutant à l'acide lactique, produit principal de la fermentation du lactose par les bactéries homofermentaires.

Il existe deux principaux types de laits fermentés par des bactéries hétérofermentaires :

- le **Kéfir** qui résulte de fermentations bactériennes et fongiques, en particulier du fait de l'activité de *Saccharomyces kéfir* qui produit une fermentation alcoolique. La préparation est mousseuse à cause de la présence du CO_2. Il contient moins de 1 % d'éthanol et 1 % d'acide lactique ;
- le **koumis** qui s'apparente au kéfir. Le lait peut être du lait de jument, d'ânesse ou de chamelle, mélangé avec du lait de vache.

2.4. Les laits concentrés fermentés

Ils ont pour origine les pays scandinaves. Leur dénomination commerciale rappelle d'ailleurs ces pays (*exemple* : *Bjorg*).

Ils ont une consistance très onctueuse, veloutée, masquant leur acidité. C'est pourquoi, on les confond souvent avec des fromages frais compte tenu de leur viscosité.

1. Qui vivent en association avec d'autres en profitant des débris de leur repas mais sans leur porter préjudice.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

L'extrait sec total est de 15 % et la matière grasse de 4 % au minimum.

Ils sont soit natures, sucrés, aromatisés aux fruits, aux céréales, à teneur limitée en matières grasses, enrichis en vitamines…

3. *Les desserts lactés frais*

3.1. Définition

Bien que regroupant des produits très divers, les desserts lactés frais ont des points communs :

- ce sont des *produits laitiers* : ils sont fabriqués avec du lait entier, partiellement ou totalement écrémé, qui entre dans leur composition pour 75 % en moyenne, jamais moins de 50 % ;
- ils sont généralement *doux et sucrés* ;
- dans la plupart des cas, ils ne contiennent *pas de ferments lactiques ou autres germes vivants* ;
- leur *texture* est obtenue par l'action de gélifiants (extraits d'algues) ou épaississants (amidon) ;
- leur distribution est soumise à la *chaîne du froid* (entre 0° et + 6 °C) ;
- comme tous les produits laitiers frais ils ont une *date limite de consommation* : celle-ci est très variable selon les desserts puisque liée à leur composition mais ne peut en aucun cas dépasser les 30 jours.

3.2. Fabrication des desserts lactés frais

3.2.1. Les matières premières utilisées

3.2.1.1. Le lait

Comme nous l'avons vu précédemment, il en est le composant majeur. Selon le dessert souhaité, il sera ajusté en matières grasses et additionné de poudre de lait et/ou de protéines de lait.

3.2.1.2. Les matières sucrantes

Que ce soit sous forme de fructose, de sirop de glucose, de miel, de saccharose…, elles entrent dans la composition de tous les desserts lactés frais.

3.2.1.3. La crème fraîche ou les œufs

Ils entrent dans la composition de nombreux de ces desserts.

La crème fraîche augmente l'apport en lipides et en énergie tandis que les œufs augmentent l'apport en protéines animales et en cholestérol.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

3.2.1.4. Autres matières premières

Pour le goût : cacao, chocolat, caramel, vanille… par exemple.
Pour la texture : utilisation d'additifs alimentaires (voir suite).

3.2.2. Les techniques de fabrication

D'un dessert à l'autre, selon la recette, selon la texture souhaitée, les techniques de fabrication diffèrent ainsi que les additifs utilisés.

3.2.2.1. Les différents additifs

▶ ARÔMES ET AROMATES

Ils personnalisent les desserts lactés frais en les diversifiant.

▶ ÉPAISSISSANTS

Ils augmentent la viscosité.

▶ GÉLIFIANTS

Ils forment un réseau macromoléculaire emprisonnant l'eau dans ses mailles et confèrent ainsi au dessert sa consistance.

▶ ÉMULSIFIANTS

Ils permettent de réaliser ou de maintenir un mélange homogène.

3.2.2.2. Schéma de base de fabrication des desserts lactés frais

1. *Standardisation* du lait avec enrichissement éventuel en crème, en poudre de lait, en lait concentré et en protéines de lait.
2. *Addition des ingrédients* dans la cuve de préparation.
3. *Pasteurisation, stérilisation ou cuisson.*
4. *Refroidissement rapide* des pots hermétiquement fermés.
5. *Conservation* au froid (+ 6 °C).

Les desserts lactés frais, n'ayant subi, pour la plupart, aucune fermentation lactique, ne sont protégés ni par la flore lactique, ni par l'acidité qui résulte de la fermentation. En conséquence, des contrôles bactériologiques doivent être strictement effectués.

3.2.3. Valeur nutritionnelle moyenne des desserts lactés frais

Cette catégorie de produits étant très hétérogène, il est difficile d'établir une valeur nutritionnelle moyenne pour chaque catégorie de nutriments. Cependant, on peut retenir les valeurs approximatives suivantes :
– *protéines* : environ **4 g par portion** avec une teneur inférieure pour les mousses ;

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- *lipides* : environ **5 g par portion** avec des teneurs beaucoup plus élevées pour les crèmes aux œufs, les crèmes brûlées qui peuvent atteindre 25 g par portion ;
- *glucides* : environ **20 g par portion** avec des teneurs toujours supérieures pour les gâteaux de riz ou de semoule dans lesquelles elles atteignent jusqu'à 30 g par portion ;
- *l'apport en calcium* est **extrêmement variable** (de 20 à 130 mg par portion) d'autant plus qu'il n'est pas toujours spécifié sur l'étiquetage (il se peut donc que cette valeur soit négligeable).

3.3. Classification des desserts lactés frais

Les desserts lactés frais (tableau 15) sont actuellement classés en 14 catégories réparties en 3 groupes :

Tableau 15 ■ Classification et ingrédients des desserts lactés frais.

Catégories	Groupe	Ingrédients	Remarques
Laits emprésurés aromatisés	C	Lait, matières sucrantes, arômes	Le lait est coagulé par l'action de la présure. Il est faiblement acide et peut contenir des ferments lactiques.
Laits gélifiés aromatisés	C	Lait, matières sucrantes, arômes, éventuellement colorants, gélifiants ou épaississant	–
« Liégeois »	C	Lait, crème foisonnée, arômes, matières sucrantes, gélifiants, épaississants	–
Crèmes desserts	C	Lait, matières sucrantes, arômes, gélifiants, épaississants, éventuellement crème	–
Mousses et assimilés	C	Lait, matières sucrantes, arômes, gélifiants, agents de foisonnement, épaississants, éventuellement œufs et crème	–
Préparations pour crème brûlée	T	Lait, crème (au minimum à 30 % de matières grasses), œufs, matières sucrantes	La cuisson au four est obligatoire. Aucun gélifiant n'est autorisé.
Îles flottantes	T	Lait, blancs d'œufs (au minimum 10 %), crème anglaise.	La crème anglaise doit être préparée avec un minimum de jaune d'œuf (7 %). Elles doivent être cuites au four ou au bain-marie.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 15 ■ Classification et ingrédients des desserts lactés frais. (suite)

Catégories	Groupe	Ingrédients	Remarques
Gâteaux de riz	T + C	Lait, riz (pas moins de 10 % pour les desserts traditionnels et 5 % pour les autres), œufs (5 % au minimum), matières sucrantes…	Le riz doit être cuit dans le lait pour que le gâteau de riz puisse être qualifié de traditionnel.
Gâteaux de semoule	T + C	Lait, semoule (pas moins de 7 % pour les desserts traditionnels et 5 % pour les autres), œufs, matières sucrantes…	La semoule doit être cuite dans le lait pour que le gâteau de riz puisse être qualifié de traditionnel.
Œufs au lait	T	Ingrédients principaux : lait, œufs (15 % minimum), matières sucrantes	La cuisson au four est obligatoire et les gélifiants sont proscrits.
Flans aux œufs	C	Ingrédients principaux : lait, œufs (5 % minimum), matières sucrantes	–
Crèmes caramel	T + C	Desserts traditionnels : lait, œufs (15 % minimum), crème (3 % minimum), caramel (> 6%) Desserts courants : lait, œufs (5 % minimum), crème, caramel (> 5%)	Une cuisson au four est nécessaire.
Riz au lait	T + C	Ingrédients principaux : lait, riz (8 % pour les traditionnels et 5 % pour les autres), matières sucrantes	–
Crèmes aux œufs	T	Lait, crème (> 15%), œufs (> 10%), matières sucrantes…	–

- ***T*** = desserts lactés frais traditionnels : ce sont des produits correspondant à des recettes du passé, reconnues ;
- ***C*** = desserts lactés : ce sont des produits courants ;
- ***T + C*** = ce sont ceux qui peuvent se trouver dans les deux catégories.

Cette différenciation est liée au respect des pourcentages minimum d'incorporation des ingrédients caractéristiques.

4. *Les fromages*

La consommation de fromage ne cesse d'augmenter non seulement en France mais aussi dans les pays de l'UE. Il existe en France plus de 400 espèces de fromages sur environ 2 000 connues soit 1/5e.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4.1. Définition des fromages

La dénomination ***« fromages »*** est réservée aux produits fermentés ou non, affinés ou non, obtenus à partir des matières d'origine exclusivement laitières suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre. Ces matières premières sont :

- utilisées *seules ou en mélange* ;
- *coagulées totalement ou partiellement* avant ou après égouttage.

4.2. Dénominations des différents types de fromages

4.2.1. Fromage

Il doit contenir au moins 23 g de matière sèche pour 100 g.

4.2.2. Fromage blanc

C'est un fromage non affiné. S'il est fermenté, seule la fermentation lactique est autorisée. Sa teneur en matière sèche peut être inférieure à 23 g/100 g en fonction du % d'humidité.

Le qualificatif « *frais* » ou la dénomination « *fromage frais* » peuvent être utilisés si la flore est vivante au moment de la vente.

4.2.3. Fromage fondu

Il est constitué d'un mélange de fromages avec éventuellement d'autres produits laitiers.

4.2.4. Fromage « au lait de mélange »

Les matières premières proviennent de deux ou plusieurs espèces animales.

4.2.5. Fromage « mi-chèvre »

Au moins 50 % de l'extrait sec doit être d'origine caprine.

4.2.6. Fromage fermier

Il est fabriqué de manière traditionnelle par un producteur agricole traitant les laits de sa propre exploitation.

4.2.7. Fromage « au lait cru »

Le lait ne doit pas avoir été chauffé à une température supérieure ou égale à 40 °C.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4.2.8. Fromage de lactosérum

La matière première est du lactosérum. Ces fromages sont fabriqués par chauffage à 85 °C du lactosérum auquel on ajoute des coagulants. Ils sont de plus assez proches des fromages frais. *Exemple* : brousse de brebis.

4.3. Fabrication des fromages

6 grandes étapes sont utilisées pour fabriquer les fromages affinés alors que 3 étapes seulement suffisent pour obtenir les fromages frais (figures 5a et 5b).

4.3.1. Ensemencement avec la flore spécifique

Le lait est ensemencé avec un levain microbien spécifique qui représentera une population d'environ 10^6 cellules/g de fromage.

Différents types de micro-organismes sont utilisés :

4.3.1.1. Les bactéries

▶ BACTÉRIES LACTIQUES

• ***Streptocoques lactiques*** : ce sont les plus nombreux. Ils produisent de l'acide lactique à partir du lactose mais aussi de petites quantités d'aldéhydes, d'acides gras volatils qui sont des composants d'arôme.

• **Lactobacillus** : ils participent de façon plus importante à la production de composants d'arômes.

• **Leuconostoc** : ils produisent de l'éthanol et des acides organiques à partir du lactose et du diacétyle à partir du citrate. Ils participent donc aussi à la constitution de l'arôme et de la saveur.

▶ BACTÉRIES DE SURFACE

Elles sont apportées par la saumure. Il en existe deux types :

• ***Bactéries protéolytiques*** : elles interviennent dans la transformation de la caséine puis la digestion des acides aminés qui en résultent.

• ***Bactéries lipolytiques*** : elles participent à la dégradation des triglycérides du caillé avec production d'acides organiques variés.

▶ BACTÉRIES PROPIONIQUES

Leur concentration augmente au cours de l'affinage de certains fromages (Emmental). Elles fermentent le lactose résiduel avec production d'acide propionique, d'acide acétique et de CO_2 dont l'accumulation est responsable de « trous » dans les fromages.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

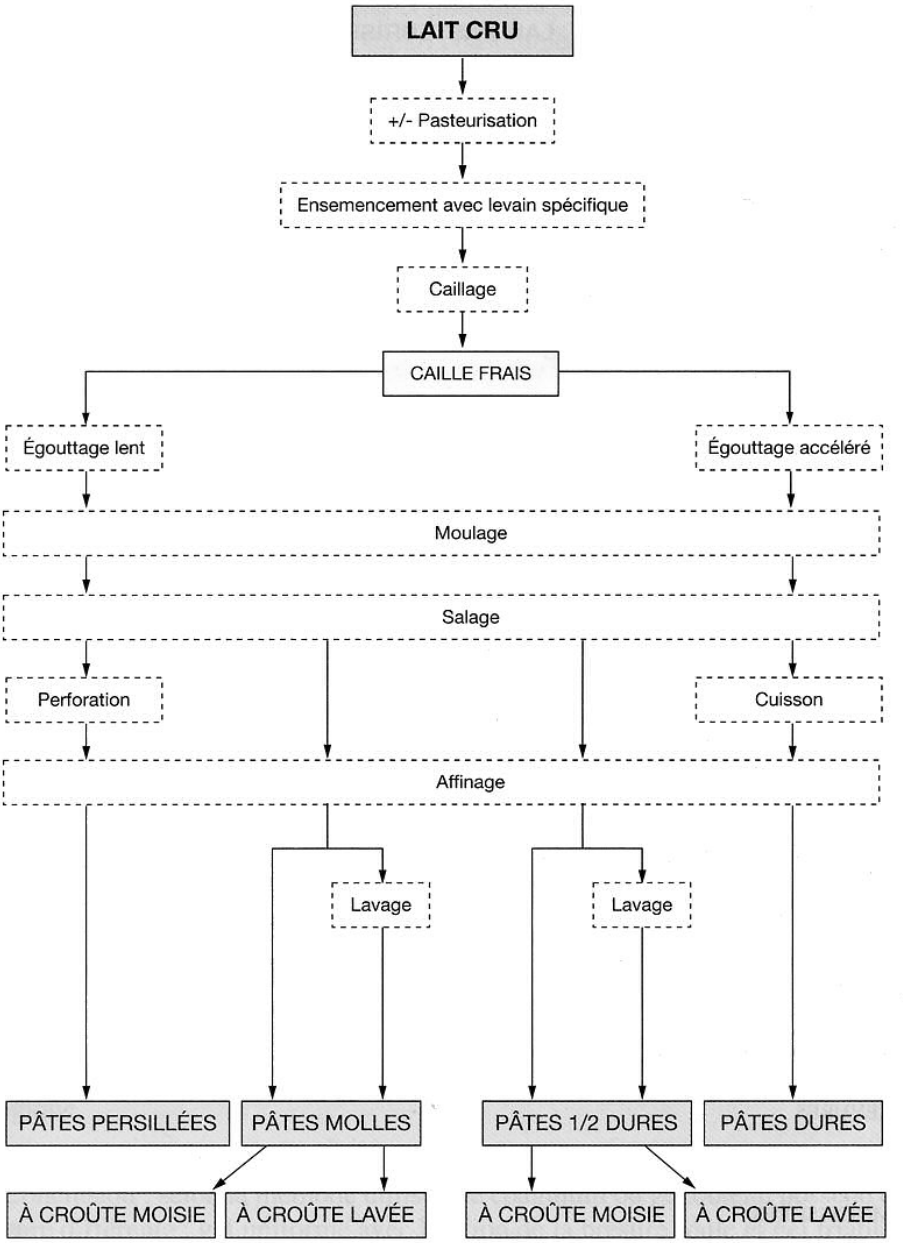


Figure 5a ■ Diagramme de fabrication des fromages affinés.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

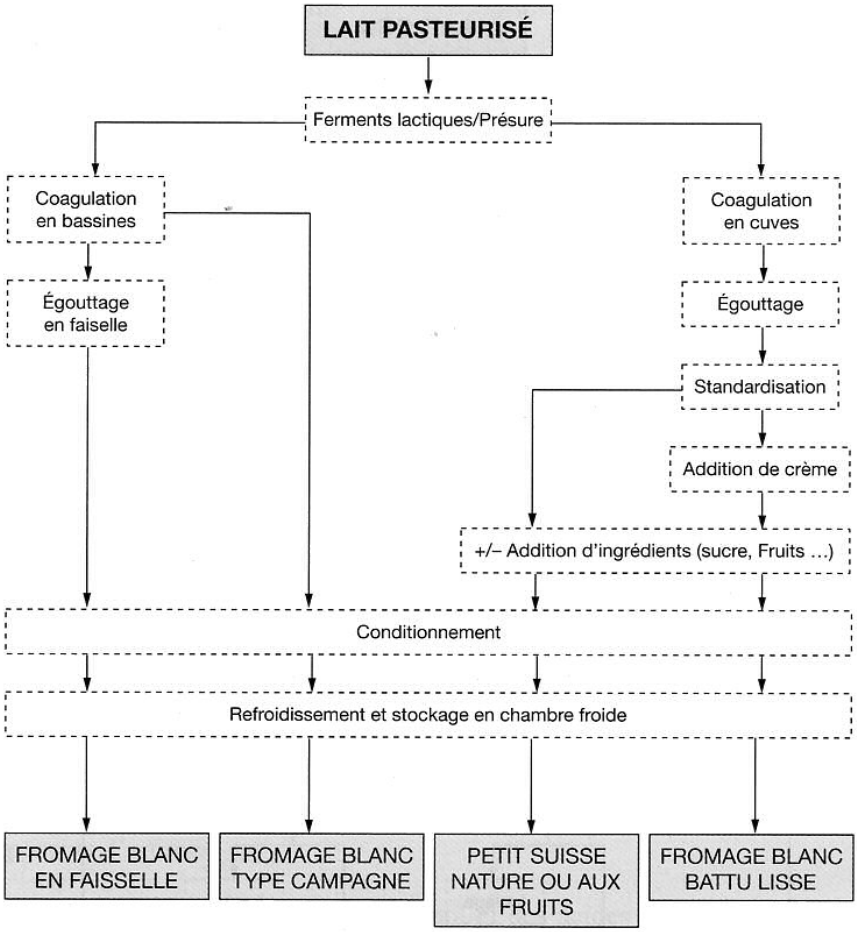


Figure 5b ■ Diagramme de fabrication des fromages blancs et des petits suisses.

4.3.1.2. Les champignons microscopiques

▶ LEVURES

Elles produisent des composés d'arôme surtout en surface.

▶ MOISISSURES

Elles ont un rôle très actif dans l'affinage de certains fromages comme les pâtes persillées et les pâtes molles.

Il en existe deux types :

- *moisissures superficielles* : elles sont responsables du feutrage blanc des camemberts, du brie… ;
- *moisissures internes* : elles sont responsables des veines bleues des fromages persillés et des moisissures internes des autres fromages. *Exemples* : *Penicillium roqueforti, P. camemberti*.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Elles ont une activité lipolytique et protéolytique intense donnant les qualités organoleptiques du fromage. La plupart consomment l'acide lactique ce qui désacidifie le fromage et contribue à lui donner sa texture définitive.

4.3.2. Le caillage

Son but est d'assurer la précipitation de la caséine grâce au caillage du lait. Il consiste en la coagulation du lait c'est-à-dire son passage de l'état liquide à l'état solide ce qui forme le **caillé**. Ainsi, après avoir écrémé partiellement ou non le lait, le fromager le verse dans une cuve en cuivre et le chauffe à environ 30 °C. Il y ajoute ensuite les agents responsables de la coagulation qui a lieu au bout d'une demi-heure environ.

Cette coagulation peut être obtenue de différentes façons :

- *Par l'activité des bactéries lactiques* = caillage lactique ou naturel

Le fromager fabrique du levain naturel à partir de lactosérum (ou petit lait) de la veille. Les bactéries contenues dans ce levain fermentent le lactose et acidifient le lait par production d'acide lactique. Le lait coagule dès que le pH atteint des valeurs inférieures à 4,6.

- *Action de la présure* = caillage par emprésurage

La présure est un liquide sécrété par l'estomac des jeunes ruminants qui contient une enzyme protéolytique qui catalyse l'hydrolyse de la caséine en deux fragments :

- un fragment hydrophile qui passe dans le lactosérum ;
- un fragment hydrophobe qui forme un gel.

La présure est extraite de la caillette de veau par macération dans de l'eau salée pendant 4-5 jours à 30 °C (ce chauffage permet une accélération des réactions).

On obtient alors une solution brunâtre que l'on filtre puis que l'on conserve en poudre ou que l'on laisse sous forme d'extraits liquides.

Il existe différents types de présure variables selon leur force c'est-à-dire selon le nombre de litres de lait que peut coaguler 1 litre de présure à 35 °C en 40 min.

Cependant, de plus en plus, la présure est remplacée par des enzymes d'origine fongique.

- *Action combinée de la présure et des ferments lactiques*

Conclusion : selon la méthode utilisée, le coagulum ou gel obtenu possède une texture différente : gel uniforme avec l'action de la présure seule et gel friable et spongieux (floconneux) avec l'action des ferments lactiques.

Le choix se fait donc en fonction de la texture que l'on souhaite obtenir.

4.3.3. L'égouttage

Il permet de séparer le caillé du lactosérum qui sera alors éliminé. Celui-ci est plus ou moins riche en minéraux, protéines solubles et contient des traces de lactose.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

La composition du lactosérum dépendra de la méthode d'obtention du caillé (bactéries lactiques ou présure) et de la vitesse d'égouttage. En effet, l'égouttage peut être :

- *Lent ou spontané* : si l'on veut obtenir des fromages frais et des fromages à pâte molle. Dans ce cas, les pertes dans le lactosérum sont particulièrement importantes.

- *Accéléré* pour les autres fromages grâce à différentes étapes :
  - découpage : on tranche le caillé ;
  - brassage assurant une agitation des grains de caillé ;
  - pression du caillé ;
  - éventuellement, pour les fromages à pâte dure, « cuisson » du caillé dans le petit lait (50-55 °C) pendant une heure.

Lorsque les grains ont la consistance désirée, le fromager transfère alors le contenu de la cuve dans un moule perforé qui laisse écouler le lactosérum et permet de récupérer le caillé. Il y a alors formation d'un **caillé frais + lactosérum.**

4.3.4. Le moulage

Les fromages sont pressés dans des toiles cerclées de bois ou d'un autre matériau ou encore pris dans des moules perforés ce qui permet d'obtenir leur forme définitive.

On a alors production d'un **fromage frais.**

4.3.5. Le salage

On peut saler le fromage soit par pulvérisation en surface de sel fin pour les fromages à pâte molle soit par immersion dans un bain de saumure (= eau + sel). Le sel joue un triple rôle :

- il *complète l'égouttage* et contribuera ainsi à la formation de la croûte ;
- il *règle l'activité de l'eau (aw)* et ainsi favorise ou freine le développement des micro-organismes tout en régulant les activités enzymatiques ;
- il *révèle la saveur propre du fromage* en influençant le goût et en renforçant les arômes.

On obtient alors un **fromage salé.**

4.3.6. L'affinage ou la maturation

Cette étape est plus ou moins longue (2 à 3 semaines à plus de un an) et a lieu dans un endroit spécifique selon le fromage recherché : température de 3 à 20 °C, hygrométrie et ventilation contrôlée.

C'est donc une période d'intense activité microbienne qui va donner le goût, la couleur et la texture spécifique de chaque fromage.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4.4. Classification des fromages

4.4.1. Classification des fromages frais

4.4.1.1. Le fromage blanc

Voir le paragraphe « Dénominations ».

4.4.1.2. Le petit suisse

Actuellement sur le marché il existe deux conditionnements de petit suisse : le petit suisse de 30 g (de moins en moins commercialisé) et le petit suisse de 60 g.

4.4.1.3. Les fromages frais salés

Leur teneur en matières grasses varie de 0 % à 60 %. *Exemples* : demi-sel, Carré frais®.

4.4.1.4. Les fromages à tartiner

Ce sont des spécialités à base de fromage frais ou de fromage blanc contenant divers ingrédients. *Exemple* : Saint-Moret®.

4.4.2. Classification des fromages affinés

4.4.2.1. Les pâtes molles

▶ À CROÛTE MOISIE OU FLEURIE

Exemples : Brie de Meaux, Brie de Melun, Camembert, Coulommiers, Chaource, Neufchâtel, Carré de l'Est, Saint-Marcellin, Vendôme, Pithiviers, Olivet, Saint-Félicien.

La pâte n'est ni pressée, ni cuite et onctueuse. Ces fromages sont élaborés à partir de lait de vache ou de chèvre, cru ou pasteurisé. Le caillage est mixte, l'égouttage spontané. L'ensemencement se fait avec du *Penicillium* qui donnera à la croûte son aspect de duvet blanc feutré appelé **« fleur ».**

▶ À CROÛTE LAVÉE

Exemples : Maroilles, Munster, Vacherin, Pont l'évêque, Livarot, Géromé, Epoisse, Langres, Mont D'or, Vacherin du Haut Doubs, Rouy, Ossau-Iraty, Abondance.

Ils sont fabriqués avec du lait cru ou pasteurisé et sont volumineux. Le caillage est mixte et l'égouttage spontané. La lenteur de l'affinage nécessite un lavage de la croûte afin qu'elle reste souple d'où leur appellation de croûte lavée. Ce lavage s'effectue à l'eau salée qui favorise le développement de certaines bactéries protéolytiques donnant à ces fromages leur goût et leur odeur caractéristique. La croûte devient alors jaune-orangée.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4.4.2.2. Les pâtes persillées

Exemples : Bleus (de Bresse, du Haut Jura, des Causses, de Gex, du Vercors, d'Auvergne), Fourme d'Ambert, Fourme de Montbrison, Roquefort, Gorgonzola, Stilton…

Les bleus sont fabriqués avec du lait de vache et le roquefort avec du lait de brebis. Le caillage est mixte et est ensemencé de moisissures (*Penicillium roqueforti* pour le roquefort et *Penicillium glaucum* pour les bleus) responsables de **marbrures** qui sont des veines bleues ou vertes qui persillent la pâte et émoustillent sa saveur.

Pour favoriser la répartition des marbrures et aussi le passage de l'air (nécessaire au développement des micro-organismes), ils sont transpercés par de longues aiguilles.

4.4.2.3. Les pâtes pressées ou pâtes 1/2 dures non cuites

▶ À CROÛTE MOISIE

Exemples : Saint-Nectaire, Tomme de Savoie

▶ À CROÛTE LAVÉE

Exemples : St Paulin, Reblochon, Pyrénées, Port Salut, Edam, Gouda, Mimolette, Raclette, Morbier, Cantal, Laguiole, Salers.

Le caillé est rincé pour diminuer l'acidité ce qui leur donne une saveur douce. Puis moulage et égouttage. La pâte est dépourvue de trou.

4.4.2.4. Les pâtes pressées cuites ou pâtes dures

Exemples : Emmental, Comté, Gruyère, Beaufort, Parmesan.

Le caillé emprésuré est chauffé à 50 °C pendant 30 minutes ce qui permet la sélection des bactéries thermorésistantes.

Le moulage et l'égouttage sont très poussés et l'affinage long (plusieurs mois).

Pour certains, des fermentations spécifiques vont avoir lieu avec production de gaz carbonique responsable de la formation de trous ou « yeux » parsemant la pâte.

4.4.2.5. Les fromages de chèvre et de brebis

Exemples : Chabichou du Poitou, Crottin de Chavignol, Pélardon, Rocamadour, Sainte Maure de Tourraine, Selles sur Cher, Picodon, Chevrotin, Valençay, Pouligny Saint Pierre, Banon, Brocciu…

Ce sont des produits souvent locaux et artisanaux c'est pourquoi, on les classe un peu à part. On trouve essentiellement dans cette famille des pâtes molles à croûte fleurie et des pâtes fraîches. Les pâtes pressées non cuites et les pâtes persillées sont plus rares.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Il existe trois grandes sortes de fromages de chèvre, différenciés selon leur mode de fabrication :

- *les fromages de chèvre frais* : leur texture est souple, tranchable, non collante et leur goût neutre ;
- *les fromages de chèvre « lactiques »* : ce sont des fromages affinés de texture cassante, légèrement fondante et leur goût est typé ;
- *les fromages de chèvre « présure »* : ce sont des fromages affinés de type camembert qui ont une texture souple, fondante et onctueuse. Leur goût est peu typé sauf s'ils sont au lait cru.

4.4.3. Les fromages fondus (tableau 16)

Tableau 16 ■ Classification des fromages fondus.

Dénomination	Teneur en matière sèche	Teneur en matières grasses
Fromage fondu	≥ 43 %	≥ 40 %
Fromage fondu allégé	≥ 31 %	Entre 20 et 30 %
Crème de fromage fondu	≥ 43 %	Entre 50 et 60 %

Exemples : Vache qui rit, Samos, Kiri, Crème de gruyère, cancoillotte…

Ce sont des produits obtenus par la fonte d'un fromage ou d'un mélange de fromages frais ou affinés additionnés éventuellement de lait, beurre, crème, caséine, lactosérum et d'autres ingrédients comme épices, aromates, jambon, champignons…

Les fromages utilisés pour la fonte sont soit difficiles à commercialiser soit préparés à partir de restes d'ultrafiltration. Ce sont généralement des fromages à pâte dure aux micro-organismes plus contrôlés et aux arômes plus stables que les fromages à pâte molle.

Le traitement thermique se fait vers 100 °C en présence de **sels de fonte** qui donnent un produit fondu homogène, stable et onctueux.

4.5. Valeur nutritionnelle des fromages

L'intérêt alimentaire des fromages présente de nombreux points communs avec celui du lait. Toutefois, leur fabrication s'accompagne de modifications de composition et de valeur nutritionnelle.

4.5.1. Teneur en eau et extrait sec complémentaire

L'extrait sec est le **complément à 100 de la teneur en eau**. Il est fonction de la matière grasse du lait, de la crème ajoutée et de l'importance de l'égouttage car l'élimination du lactosérum entraîne une forte augmentation de la teneur en matière sèche. Ce taux varie ainsi de 18 à 20 % pour les fromages frais et peut aller jusqu'à 65 % pour les pâtes dures (tableau 17).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 17 ■ Teneur moyenne en eau des fromages.

Type de fromage	Teneur moyenne en eau	Matière sèche
Fromages frais	≥ 80 %	≤ 20 %
Fromages à pâte molle	50 %	50 %
Fromages fondus	50 %	50 %
Fromages à pâte demi-dure	45 %	55 %
Fromages persillés	40 %	60 %
Fromages à pâte dure	35 %	65 %

L'humidité finale est liée à différents facteurs :
- degré d'égouttage du caillé ;
- teneur en matières grasses du lait utilisé (teneur en eau du lait écrémé > lait 1/2 écrémé > lait entier) ;
- durée et conditions d'affinage.

4.5.2. Les protéines et dérivés azotés non protéiques

4.5.2.1. Étude quantitative (tableau 18)

Tableau 18 ■ Teneur moyenne en protéines des fromages.

Type de fromage	Teneur protéique (g/100 g)
Fromages à pâte dure	29
Fromages à pâte demi-dure	23
Fromages persillés, fromages à pâte molle	22
Fromages fondus (à partir de fromage à pâte dure)	17
Fromages 1/2 sel	15
Fromages fondus (à partir de fromage à pâte fraîche)	10
Fromages frais (autres que demi-sel)	8

En fait, il existe deux techniques possibles utilisées lors de la fabrication des fromages qui vont jouer un rôle primordial quant à leur teneur protéique (figure 6) :
- *la technique traditionnelle* au cours de laquelle les éléments solubles passent dans le lactosérum d'où une perte importante en ces nutriments ;
- *la technique d'**ultrafiltration*** : elle est utilisée principalement dans la fabrication des fromages industriels à pâte fraîche ou molle. Il devient ainsi possible, avant coagulation, d'éliminer la quantité voulue d'eau, de lactose et de

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

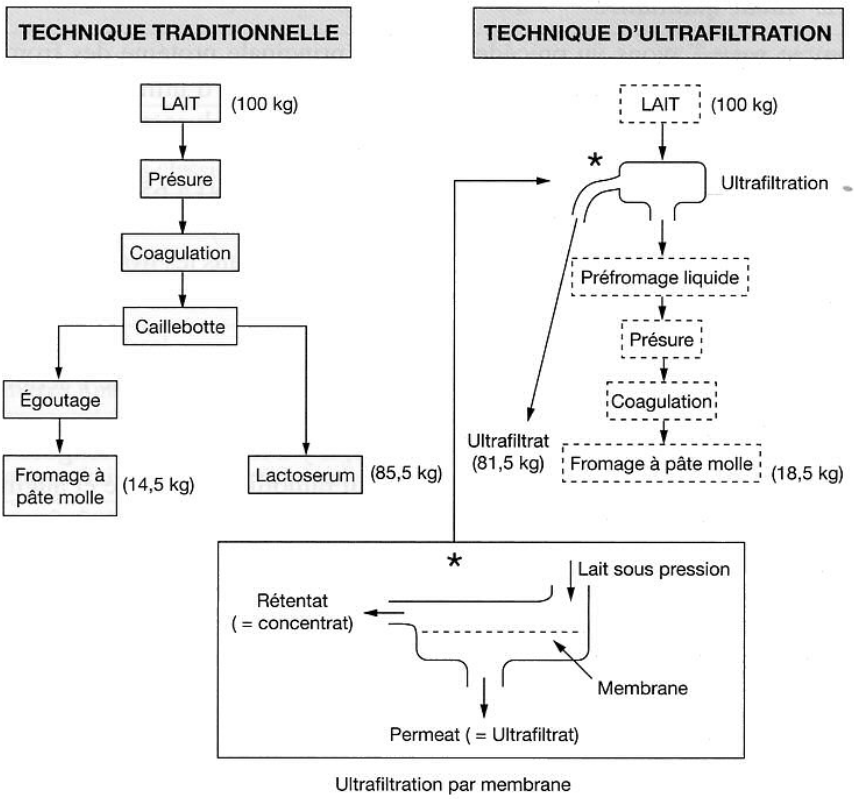


Figure 6 ■ Fabrication des fromages.

sels minéraux. On obtient alors un rétentat ou « préfromage liquide » qui est constitué des protéines, de la matière grasse et d'une certaine quantité d'eau, de lactose et de sels minéraux. On ajoute ensuite les ferments lactiques et la présure afin de coaguler le rétentat et le transformer en caillé qui sera réparti dans des moules. La suite des opérations se réalise comme en fromagerie traditionnelle.

Ce procédé augmente donc le rendement du fromager puisque les protéines du lactosérum qui représentent 20 % des protéines du lait ne sont plus éliminées. Cependant, il est impossible de retenir les minéraux car les pores de la membrane sont trop grands.

Cette méthode est donc actuellement en augmentation pour des raisons économiques.

Remarque : la moyenne de la teneur protéique des fromages est de 22 %.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4.5.2.2. Étude qualitative

Comme nous l'avons vu précédemment, la principale protéine des fromages est la **caséine** et lors de leur fabrication, son coefficient d'utilisation digestive s'élève du fait de la coagulation provoquée par son hydrolyse partielle. Il passe ainsi de 90 % pour le lait à 97-98 % pour les fromages.

Cependant, sa valeur biologique diminue (elle est de 60 à 65 % en moyenne dans les fromages contre 80 % dans le lait) car il y a :

- *utilisation partielle des protéines* par la microflore dans les fromages affinés ;
- *pertes lors de l'égouttage* lorsque le fromage est fabriqué de manière traditionnelle.

Cependant, en fonction du type d'affinage, de son intensité et de l'action des micro-organismes, cette protéolyse sera plus ou moins poussée.

En effet, lorsque celle-ci est peu importante, il y a formation de longues chaînes peptidiques aux dépens des caséines ce qui ramollit le fromage et augmente les dérivés azotés solubles. Mais les acides aminés terminaux de ces chaînes peuvent être transformés en amines comme l'histamine ou la tyramine qui sont susceptibles de créer des troubles (céphalées) chez certains sujets fragiles.

De plus, lorsque l'affinage est très poussé, il peut y avoir aussi formation de sels d'ammonium agressifs pour les muqueuses digestives.

Conclusion : l'importance de ces transformations est donc fonction du type de fromage (elle est plus importante dans les fromages à pâte molle) et de l'intensité de l'affinage.

Cependant, les produits formés participent aux arômes spécifiques des fromages même si, en excès, ils peuvent être mal supportés par les tubes digestifs fragiles ou rendre le fromage non consommable.

4.5.3. Les lipides

4.5.3.1. Étude quantitative (tableau 19)

Leur teneur en lipides peut être très variable car certains fromages (*exemple* : fromages frais) sont fabriqués avec du lait additionné de crème alors que d'autres sont obtenus à partir de lait totalement ou partiellement dégraissé (tableau 20).

Cependant, la teneur généralement indiquée sur le conditionnement correspond à la quantité de matières grasses contenue dans 100 g d'extrait sec, c'est-à-dire sur ce qui reste du fromage après déshydratation complète. Afin de connaître la teneur en matières grasses réellement contenue dans un fromage il faudra donc tenir compte de ces données (tableau 21).

Remarque : Le ministère de l'Agriculture a récemment publié un décret modifiant les étiquettes des fromages et notamment les informations sur le taux de matières grasses. En effet, désormais, la teneur en matières grasses sera exprimée soit par rapport au poids total du fromage, eau comprise, soit sous forme de quantité de lipides pour 100 g de produit fini.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 19 ■ Teneur moyenne en lipides des fromages.

Type de fromage	Teneur en lipides (g/100 g)
Fromages à pâte dure	30,5
Fromages fondus classiques	30
Fromages à pâte demi-dure	28
Fromages persillés	28
Fromages à pâte molle	26
Fromages demi-sel	13
Fromages fondus allégés	9
Fromages frais (autres que demi-sel) à 40 % de matières grasses	8
Fromages frais (autres que demi-sel) à 30 % de matières grasses	6
Fromages frais (autres que demi-sel) à 20 % de matières grasses	3,5
Fromages frais (autres que demi-sel) à 0 % de matières grasses	Négligeable

Tableau 20 ■ Pourcentage de matières grasses selon le type de fromage.

Fromage dit :	Pourcentage de matières grasses (par rapport à l'extrait sec)
Maigre	0 à 20 %
Allégé	> 20 % et < à 30 %
Sans qualificatif	30 à 50 %
Gras ou à pâte grasse ou crème	> à 50 jusqu'à 60 %
Double crème	> à 60 jusqu'à 75 %
Triple crème	> 75%

Tableau 21 ■ Teneur réelle en matières grasses pour 100 g de fromage.

Pour 100 g	Fromage blanc à 45 % de MG	Camembert à 45 % de MG	Edam à 45 % de MG	Comté à 45 % de MG	Roquefort à 52 % de MG	Fromage fondu à 45 % de MG	Chèvre à 55 % de MG
Eau (g)	80	55	42	38	44	48	46
Extrait sec (g)	20	45	58	62	56	52	54
Matière grasse (g) dans le produit fini	$\frac{20 \times 45}{100}$ **= 9%**	$\frac{45 \times 45}{100}$ **= 20%**	$\frac{58 \times 45}{100}$ **= 26%**	$\frac{62 \times 45}{100}$ **= 28%**	$\frac{56 \times 52}{100}$ **= 29%**	$\frac{52 \times 45}{100}$ **= 23%**	$\frac{54 \times 55}{100}$ **=25%**

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Cependant, cette réglementation précise que les produits dotés d'une AOP sont dispensés de ce mode d'étiquetage mais peuvent, si les fabricants le souhaitent, s'y conformer.

4.5.3.2. Étude qualitative

La composition est celle du lait c'est-à-dire que les fromages contiennent des triglycérides en majeure partie. Les teneurs en acides gras sont aussi équivalentes à celles du lait.

Le cholestérol a subi une concentration lipidique : il atteint ainsi une valeur moyenne de 80 mg/100 g.

Une faible partie des lipides (dont le degré est fonction du type d'affinage), a été hydrolysée et transformée en cétones. Les acides gras et les cétones ont un rôle aromatisant. Cependant, leur excès peut rendre le fromage moins digestible chez les sujets fragiles.

4.5.4. Les glucides

La quasi-totalité du lactose s'est transformée en acide lactique au cours du caillage (fromages blancs et fromages à pâte molle) ou de l'affinage ou est éliminé avec le lactosérum au cours de l'égouttage.

La teneur en lactose est ainsi de :

- **3,5 %** dans les *fromages frais non sucrés* ;
- **18 % environ** dans les *fromages frais sucrés ou aux fruits* ;
- **négligeable** dans les *autres fromages* : ils peuvent donc être consommés dans les *régimes sans lactose*.

4.5.5. Valeur énergétique des fromages par comparaison au lait (tableau 22)

Tableau 22 ■ Valeur énergétique des fromages par comparaison à celle du lait.

	kJ environ pour 100 g	**kcal environ pour 100 g**
Lait entier	280	70
Fromages à pâte dure	1 650	400
Fromages fondus	1 370	330
Fromages à pâte molle	1 330	320
Fromage frais 40 %	500	120
Fromages à pâte demi-dure	1 455	350
Fromages à pâte persillée	1 440	345

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4.5.6. Les minéraux et les oligoéléments

4.5.6.1. Composition moyenne des différents fromages en minéraux (tableau 23)

Tableau 23 ■ Composition minérale des fromages (en mg pour 100 g de produit).

Type de fromage	Calcium	Phosphore	Magnésium	Potassium	Sodium	Zinc
Pâte dure cuite	1 100	740	45	135	500	10
Pâte ferme pressée	800	450	35	130	780	7
Pâte fondue	< 150	645	18	100	1 100	8
Pâte persillée	600	400	26	135	1 500	6,5
Pâte molle à croûte lavée	600	420	28	120	770	7
Pâte molle à croûte moisie	300	280	16	150	865	4
Fromages de chèvre	200	300	25	230	900	1,5
Fromages frais	100	150	11	120	50	0,5
Moyenne	**500**	**420**	**25**	**140**	**800**	**5,5**

4.5.6.2. Le sodium

La teneur plus forte en sodium des fromages à pâte persillée et fondus feront l'objet d'exclusion plus systématique dans les régimes limités en sodium alors que les autres fromages seront donnés mais en quantité contrôlée.

Leur taux varie selon la quantité de sel ajouté au caillé.

4.5.6.3. Le calcium et le phosphore

Lors d'un caillage à dominance lactique et à égouttage lent, la fermentation lactique solubilise en partie le calcium qui se retrouve dans le lactosérum.

En revanche, lors d'un caillage à dominance présure suivi d'un égouttage accéléré, les pertes en calcium sont moindres. Cependant, étant donné que le caillage lactique est de moins en moins utilisé, ce sont surtout les conditions d'égouttage qui exercent les influences principales sur la teneur des fromages en calcium et en phosphore.

La répartition de ces minéraux est aussi à prendre en compte : en effet, la croûte et la partie superficielle de la pâte sont en général plus riches que la zone centrale (parfois jusqu'à 3 fois).

Les fromages les plus riches en calcium sont ceux à *pâte dure puis 1/2 dure*.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Les fromages à pâte molle ont des taux plus faibles mais en général supérieurs à ceux du lait de par le phénomène de concentration liée à la perte en eau.

On considère que 100 g de fromage apporte en moyenne 500 mg de calcium.

Une portion de fromage (40 g) apporte ainsi 200 mg de calcium en moyenne soit 20 % des apports nutritionnels conseillés en ce minéral.

Le rapport calcium/phosphore de 1,4 dans le lait reste à peu près équivalent dans la plupart des fromages, sauf dans les fromages à caillage lactique et à égouttage lent où il est de 1,2, le phosphore restant plus lié aux matières organiques. De plus, dans les fromages fondus, dans lesquels des polyphosphates ont été ajoutés, il est compris entre 0,5 et 1.

4.5.6.4. Le potassium

Sa teneur est en général inférieure à 150 mg ce qui correspond à la teneur du lait.

4.5.6.5. Le magnésium

La teneur en magnésium est de 10 à 50 mg/100 g en rapport avec la concentration en matière sèche mais ce taux reste faible.

4.5.6.6. Les oligoéléments

Le lait a une teneur faible en oligoéléments. C'est pourquoi, même s'ils se concentrent avec la matière sèche dans les fromages ils restent en quantité négligeable.

Par exemple, les teneurs en Fer sont en général inférieures à 1 mg/100 g ce qui est assez médiocre et par conséquent négligeable.

4.5.7. Les vitamines

4.5.7.1. Vitamines liposolubles

Leur teneur est fonction de la teneur en matières grasses des laits utilisés comme matière première, de l'adjonction de crème et de la concentration en matière sèche.

Les teneurs en vitamine D et E restent faibles (respectivement 0,2 µg/100 g et 0,5 mg/100 g en moyenne), voir tableau 24.

4.5.7.2. Vitamines hydrosolubles

Elles sont en partie éliminées avec le lactosérum et de ce fait les teneurs en vitamines du groupe B et C sont proches de celles du lait à l'exception de la vitamine B_{12} peu soluble dont la teneur atteint 2 µg/100 g.

Une portion de fromage (40 g) couvre environ 30 % des apports conseillés en cette vitamine.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 24 ■ Analyse de la teneur en vitamines liposolubles des fromages par rapport au lait.

	Vitamine A	**Vitamine D**
100 ml de lait	40 ER	0,08 µg
100 g de fromage en moyenne	230 ER	0,2 µg
1 portion de fromage de 40 g	92 ER	0,08 µg
Pourcentage des apports nutritionnels conseillés pour l'adulte apporté par une portion de fromage	13 %	Teneur négligeable

Cependant, certaines vitamines du groupe B sont synthétisées par les moisissures. Ainsi, les fromages à moisissures internes contiennent une quantité 4 fois supérieure à celle du lait en vitamines B_2, PP et B_6.

4.6. La carte de France des fromages (figure 7)

4.7. Les qualités sanitaires des fromages

Une certaine garantie est donnée par la pasteurisation préliminaire du lait.

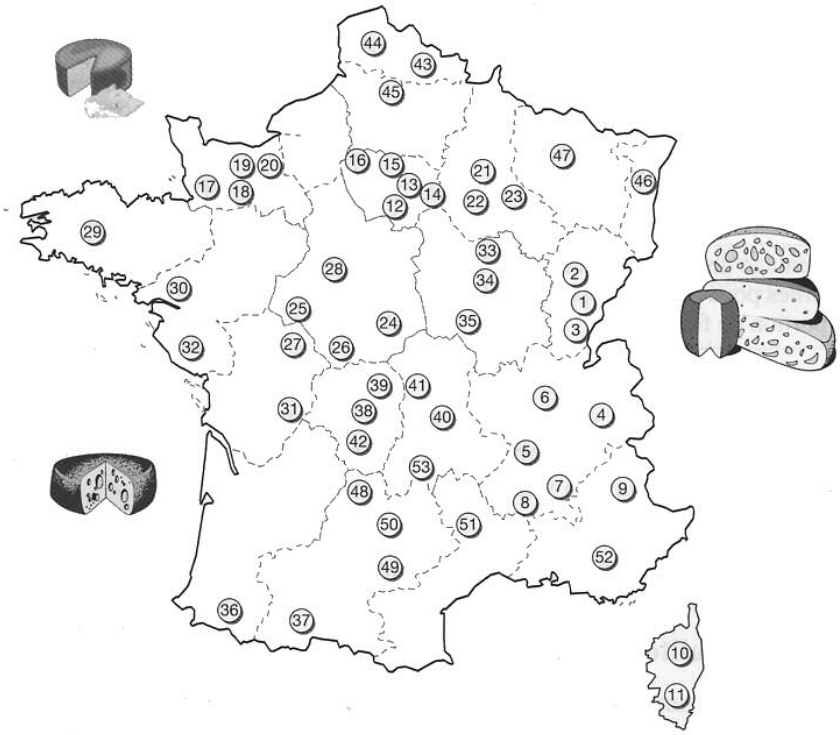
De plus, l'acidité créée en cours d'affinage limite le développement des germes non acidophiles dont les pathogènes, mais la durée de l'affinage n'assure pas leur destruction.

Des contaminations au niveau de la croûte peuvent se réaliser au cours de l'affinage et du stockage. Ceci explique les cas de *Listériose* constatés après consommation notamment de fromages à pâte molle, à croûte moisie et à croûte lavée (au lait cru) en particulier. D'où la prophylaxie[1] par la directive CEE du conseil du 16 juin 1992.

C'est pourquoi, les femmes enceintes ou les sujets fragiles s'abstiendront de consommer des fromages en dehors des circuits commerciaux contrôlés.

1. Ensemble des mesures destinées à empêcher l'apparition ou la propagation d'une ou plusieurs maladies.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit



Jura et Franche Comté
1. Comté*
2. Vacherin du Haut-Doubs*
3. Morbier

Savoie et Dauphiné
4. Beaufort*
5. Reblochon*
6. Emmental
7. Tomme
8. Saint Marcelin
9. Raclette

Corse
10. Niolo
11. Broccio

Île de France
12. Brie de Meaux*
13. Brie de Melun*
14. Coulommiers
15. Fromages frais aux herbes
16. Petit Suisse

Normandie
17. Camenbert de Normandie*
18. Livarot*
19. Pont l'Evêque*
20. Neufchâtel*

Champagne Ardennes
21. Chaource*
22. Langres*
23. Spécialités à pâte molle

Touraine, Orlénais, Berry
24. Selles sur Cher*
25. Sainte Maure*
26. Valencay
27. Crottin de Chavignol*
28. Fromage à croûte rouge

Bretagne, Poitou Charentes
29. Saint Paulin
30. Curé Nantais
31. Chabichou du Poitou*
32. Spécialités à la coupe

Bourgogne, Bresse
33. Epoisse de Bourgogne*
34. Boutons de culotte
35. Bleu de Bresse

Guyenne, Gascogne, Bérn, Pays Basque
36. Ossou-Iraty Brebis*
37. Pyrénées

Auvergne
38. Fourme d'Ambert*
39. Cantal*
40. Murol
41. Saint Nectaire*
42. Bleu d'Auvergne*

Manche, Artois, Picardie
43. Boule de Lille
44. Boulette d'Avesnes
45. Maroilles*

Alsace, Lorraine, Vosges
46. Munster*
47. Carré de l'Est

Périgord, Limousin, Causses
48. Rocamadour
49. Roquefort*
50. Bleu des Causses*

Drôme, Ardèche
51. Picodon*
52. Banon (enveloppé de feuilles de chataigner)
53. Pélardon

* : AOC

Figure 7 ■ Carte de France des fromages.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

5. *Place du lait et des produits laitiers dans l'alimentation*

5.1. Les raisons nutritionnelles de la consommation de produits laitiers

Les produits laitiers sont consommés sous une multitude de formes et occupent de ce fait une place importante dans notre alimentation quotidienne.

5.1.1. Avantages nutritionnels de l'ensemble des produits laitiers

5.1.1.1. Leur richesse en calcium

Le lait et les produits laitiers sont notre **1re source de calcium de haute biodisponibilité** de par le rapport Calcium/Phosphore élevé et la présence de vitamine D et de lactose qui augmentent son absorption. De plus, par rapport aux autres aliments qui contiennent du calcium, son assemblage osseux est « étalé » dans le temps et donc plus efficace.

Le calcium laitier est essentiel pour la croissance car il joue un rôle déterminant dans la formation et le développement des os.

La femme doit particulièrement veiller à son capital calcique notamment au cours de la grossesse (afin que le bébé puise dans l'organisme maternel le calcium nécessaire à la constitution de son squelette sans fragiliser les os de la mère), au cours de l'allaitement et de la ménopause (afin de prévenir l'ostéoporose).

Cependant, les apports en calcium sont aussi à surveiller chez les hommes afin de les prémunir, eux aussi, de l'ostéoporose.

Des études ont d'ailleurs démontré, quel que soit le sexe, que les fractures du col du fémur sont beaucoup moins fréquentes lorsque la consommation de calcium alimentaire est élevée au cours de la croissance.

On s'aperçoit cependant aujourd'hui que les produits laitiers à l'âge adulte sont moins déterminants qu'on ne le pensait dans la prévention de l'ostéoporose. En effet, de nombreux experts estiment qu'il est plus intéressant à cet âge de se soucier des mécanismes qui entraînent une perte minérale de calcium dans les urines plutôt que de se focaliser uniquement sur les apports alimentaires qui deviennent alors trop tardifs. Ainsi, il faut surtout se méfier d'une alimentation :

- *trop riche en viandes* car le catabolisme de leurs acides aminés soufrés favorise une perte urinaire de calcium ;
- *trop riche en sel* car un excès de sodium alimentaire augmente la calciurie, la perte rénale du sodium étant corrélée à celle du calcium ;
- *trop pauvre en fruits et légumes* car ils alcalinisent le milieu, ce qui permet « d'économiser » le calcium osseux qui, sous forme de sels calciques alcalins, joue le rôle de tampon. De plus, les polyphénols présents dans les fruits

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

et les légumes freinent la résorption osseuse liée à la production de radicaux libres ;
- *trop pauvre en potassium*, ce dernier pouvant être métabolisé en bicarbonates et servir également de relais tampon à la place des sels calciques provenant du squelette ;
- *trop riche en alcool* qui augmente l'élimination du calcium ;
- *trop faible en vitamine K* qui active l'ostéocalcine, protéine osseuse régulant la minéralisation du squelette ;
- *trop riche en sodas*, type colas, car l'acide phosphorique qu'ils contiennent ajouté à la boisson augmente considérablement les pertes urinaires de calcium.

Remarque : il ne faut pas non plus oublier de lutter contre la sédentarité car l'activité physique, et ce à tout âge de la vie, permet d'exercer sur l'os des légères pressions qui limitent la perte osseuse de calcium.

5.1.1.2. Leur richesse en protéines animales

Le lait et les produits laitiers apportent des protéines de haute valeur nutritionnelle (comparables à celles du groupe des viandes, poissons, œufs) qui ont le mérite d'être prêts à consommer sans préparation ou cuisson préalable.

Elles jouent un rôle important dans le développement et le maintien de la masse musculaire et cela d'autant plus si l'activité physique est importante.

5.1.1.3. Leur richesse en micronutriments (autres que le calcium)

Les produits laitiers contiennent un large éventail de minéraux et oligoéléments ainsi que de nombreuses vitamines.

De plus, il existe actuellement sur le marché, de nombreux produits enrichis tels que des produits :
- *« à teneur garantie en »* : les micronutriments sont ajoutés pour compenser les pertes intervenant lors des étapes de fabrication ;
- *« enrichi en »* : il y a ajout de certains micronutriments ce qui permet de mieux répondre aux besoins spécifiques de certains groupes de consommateurs (*exemples* : enfants, adolescents, personnes âgées). Ainsi, l'enrichissement peut se faire avec des vitamines mais aussi certains minéraux (fer, zinc, magnésium) ou même en protéines.

5.1.1.4. Leur apport en lactose

Il favorise l'absorption intestinale du calcium.

5.1.1.5. Leur apport en matières grasses

Elles sont source d'énergie, vecteurs de certaines vitamines (A, D), sources d'acides gras essentiels, précurseurs de molécules fonctionnelles indispensables

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

à la vie (hormones…) et sont les principaux constituants des membranes cellulaires de nos cellules.

Le cholestérol est tout aussi indispensable à l'organisme.

5.1.2. Avantages particuliers

5.1.2.1. Le lait

La richesse en eau du lait lui permet d'être utilisé comme boisson d'où une hydratation et une contribution à l'équilibre hydrique de l'organisme.

5.1.2.2. Les laitages : yaourts et fromages frais

▶ UNE PARFAITE TOLÉRANCE

Ils peuvent être proposés à l'ensemble des consommateurs même ceux ayant un système digestif fragile ou délicat.

Pour les enfants, ils peuvent être servis dès le début de la diversification alimentaire.

▶ UNE INTÉGRATION À PRATIQUEMENT TOUS LES TYPES D'ALIMENTATION

Ils ne risquent pas de mettre en péril l'équilibre énergétique des repas grâce à leur apport calorique modéré. En effet, même si le niveau énergétique varie selon le type de laitages considérés, il ne dépasse pas 470 kJ (110 kcal) pour un pot de yaourt entier aux fruits ce qui reste très raisonnable.

Ils peuvent donc être très facilement intégrés aux régimes limités en matières grasses. De plus, leur pauvreté en sodium les autorise aussi dans les régimes restreints en sodium.

5.1.2.3. Les fromages affinés

Leurs protéines sont très bien assimilées grâce à leur prédigestion qui a lieu au cours de l'affinage. Ils peuvent améliorer le goût et la valeur nutritive d'un plat lorsqu'ils sont intégrés aux aliments (gratins, purées…). Ils peuvent remplacer les produits du groupe viandes, poissons, œufs chez les végétariens par exemple.

5.2. Conseils pratiques et quantités recommandées

5.2.1. Équivalences

5.2.1.1. Équivalences protéiques

1/4 de litre de lait soit 8 g de protéines équivaut à :

- 185 g de yaourt soit 1 yaourt 1/2
- 100 g de fromage blanc

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- 85 g de petit suisse soit 3 petits suisses
- 80 g de fromage fondu à base de pâte fraîche
- 50 g de viande ou de poisson
- 1 œuf
- 50 g de fromage fondu à base de pâte dure
- 40 g de fromage à pâte molle
- 35 g de fromage à pâte persillée
- 35 g de fromage à pâte pressée
- 30 g de fromage à pâte dure

5.2.1.2. Équivalences calciques

1/4 de litre de lait → 1/3 des ANC (= 300 mg) apporte autant de calcium que :

- 9 petits suisses
- 250 g de fromage blanc
- 200 g de fromage fondu
- 1 yaourt 1/2 (moyenne = 60 mg)
- 150 g de fromage à base de chèvre
- 100 g de fromage à pâte molle à croûte moisie
- 50 g de fromage à pâte molle à croûte lavée
- 40 g de fromage à pâte pressée
- 30 g de fromage à pâte dure

5.2.2. Grammages moyens

- un bol de lait = 250 ml
- un verre de lait = 150 ml
- un yaourt = 125 g
- un petit suisse = 60 g
- un fromage blanc = 100 g (pot individuel)
- une portion collective de fromage = 30 g
- une portion domestique de fromage = 40 g
- un fromage fondu individuel = 20 g

5.2.3. Quantités journalières recommandées (tableau 25)

Le lait et les produits laitiers doivent couvrir les 2/3 des apports en calcium et participer à la couverture des besoins en protéines animales. Il est donc recommandé de consommer un produit laitier par repas soit au minimum par jour :

3 produits laitiers pour les adultes bien portant

+ 1 produit laitier en collation ou sous forme de complément dans un plat pour les sujets ayant un besoin accru en calcium (enfants, adolescents, femmes enceintes et allaitant, personnes âgées).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 25 ■ Quantités journalières recommandées en produits laitiers.

Population	Lait	Fromages affinés
1-3 ans	200 ml	20 à 25 g
4-6 ans	360 ml	20 à 25 g
7-9 ans	400 ml	20 à 25 g
10-12 ans	550 ml	25 à 30 g
Adolescents	500 ml	30 à 40 g
Adultes	350 ml	30 à 40 g
Femmes enceintes (3e trimestre) ou femmes allaitant	400 ml	30 à 40 g
Personnes âgées	500 ml	30 à 40 g

Remarques:
- Les quantités de produits laitiers sont calculées de façon a ssurer les 2/3 des apports conseillés en calcium.
- Le lait peut être remplacé par les laitages en équivalence.

5.2.4. Intérêts pour chaque type de population

5.2.4.1. Les enfants et les adolescents

Pendant la petite enfance, la poursuite de *l'élaboration du système nerveux* demande des apports spécifiques en certains acides gras que l'on trouve notamment dans la matière grasse laitière.

C'est une des raisons pour lesquelles les pédiatres conseillent de donner des produits laitiers entiers aux jeunes enfants.

L'adolescence est une période clé pour *construire un squelette solide*. Les apports en calcium sont alors déterminants. Afin que l'incorporation de calcium dans les os soit maximale, les apports alimentaires et donc en produits laitiers doivent être élevés.

Dans le cas contraire, les os grandiront quand même mais seront moins denses et plus fragiles. Ceci est donc important au présent comme au futur car le squelette à 20 ans détermine l'état de santé osseuse de toute une vie.

5.2.4.2. La grossesse et l'allaitement

La femme enceinte et la femme qui allaite doivent répondre à une double demande : couvrir leurs propres besoins nutritionnels et ceux de leur enfant. Il faudra donc manger non pas deux fois plus mais deux fois mieux.

Lors de la grossesse, le bébé « pompe » le calcium de sa mère : si elle n'en consomme pas assez, elle risque donc de puiser dans ses os et d'affaiblir son squelette. Les produits laitiers sont donc un des piliers de l'équilibre alimentaire de la femme enceinte.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

De plus, les matières grasses laitières fournissent des acides gras saturés à longues chaînes nécessaires à la formation des structures cérébrales du bébé et elles apportent aussi des vitamines liposolubles.

Une étude récente suggère aussi que le calcium pourrait diminuer le « baby blues ».

Lors de l'allaitement, le calcium est indispensable à la formation du lait maternel.

5.2.4.3. Les personnes âgées

Les besoins nutritionnels du sujet âgé sont comparables à ceux de l'adulte jeune voire même augmentés dans de nombreux cas.

Or, beaucoup de personnes âgées restreignent la quantité et la diversité de leur alimentation.

Pour éviter les carences qui peuvent en résulter, les produits laitiers doivent donc occuper une place privilégiée en raison de leur apport en *protéines de qualité*, *vitamines A et* B_{12} surtout, *calcium* pour limiter la perte osseuse avec l'âge (surtout chez les femmes après la ménopause) et en *matières grasses* (source de vitamines et d'acides gras essentiels).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

3

Les viandes

1. Introduction

1.1. Définitions

1.1.1. Denrées carnées

C'est l'ensemble des parties consommables des animaux à sang chaud.

1.1.2. Viandes

C'est l'ensemble des parties consommables obtenues de certains animaux terrestres et d'oiseaux à l'exception des parties grasses et des productions de certains animaux (lait et œufs).

1.1.3. Viandes de boucherie

C'est l'ensemble des muscles striés recouvrant le squelette après dépouillage et éviscération.

1.1.4. Abats

Ce sont les produits de triperie. C'est un ensemble hétérogène contenant des *muscles lisses* (ensemble des tripes), des *organes* (le foie, les gésiers, le cœur, les poumons, les testicules, les mamelles, les ris, les rognons, la langue…), des *tissus nerveux* (la cervelle, la moelle épinière).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.1.5. Issues

Ils constituent les autres parties consommables de l'animal c'est-à-dire la tête, la queue, les pieds, le museau, les oreilles…

1.1.6. Charcuterie

C'est l'ensemble des produits élaborés (salaison) et des préparations à base de viande hachée (porc, mouton, bœuf, veau…), additionnés de graisses, d'épices et d'aromates et ayant subi ou non une cuisson.

1.1.7. Volailles

C'est l'ensemble des oiseaux de basse-cour.

1.2. Classification et consommation des viandes

1.2.1. Classification des viandes

1.2.1.1. Classification selon le groupe zoologique

▶ LES ANIMAUX DOMESTIQUES

- ***Les mammifères***

Ils regroupent : le bœuf, le veau, le mouton, l'agneau, le cheval et le porc.

Remarque : le mot *bœuf* selon la réglementation peut désigner indifféremment le bœuf, la vache ou le taureau.

- ***Les petits mammifères***

Ce sont les hôtes de la basse-cour autres que les volailles (*exemple* : lapins).

- ***Les volailles***

On retrouve dans ce groupe : la poule, le coq, la pintade, l'oie, le poulet, le canard, la dinde, le pigeon, le coquelet…

▶ LES ANIMAUX SAUVAGES : LE GIBIER

Il comporte : le lièvre, la perdrix, le perdreau (perdrix âgée de moins d'un an), le sanglier, le marcassin, le chevreuil, la caille, le faisan, la biche.

Cependant, de plus en plus, le gibier fait l'objet d'élevage.

1.2.1.2. Classification diététique

Elle comprend 5 groupes :
- *les viandes de boucherie* ;
- *les viandes des animaux de basse-cour* (volailles et lapins) ;

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- *les viandes de gibier* ;
- *les abats* ;
- *les produits de charcuteries et de salaison.*

Les trois premiers groupes présentent une certaine homogénéité puisque la partie consommée est formée :

- soit des *pièces composées d'os, de graisses et de tissus musculaires* en pourcentage variable ;
- soit des *muscles parés* (tissu musculaire débarrassé du gras qui l'entoure et des enveloppes conjonctives externes).

Dans ces trois groupes, la partie nutritionnellement intéressante est le muscle seul. Le rendement en viande reflétera donc l'importance du parage.

1.2.2. Évolution de la consommation des viandes

La consommation moyenne en France est exprimée en équivalent carcasse, c'est-à-dire os et déchets compris. Mais par exemple, en 1994, la consommation réelle de viandes est estimée à 70 kg/habitant/an (tableau 26). La consommation à domicile représente 78 % de la consommation totale et celle hors foyer 22 %. On peut noter que la part de viande de porc transformée est élevée en raison notamment de son utilisation lors de la fabrication des charcuteries et des produits de salaison. De plus, l'encéphalite spongiforme bovine a entraîné en 1996 une baisse de près de 15 % de la consommation de viande bovine.

Tableau 26 ■ Évolution de la consommation moyenne de viande en France (en kg par habitant et par an).

Espèces animales	1963 (kg)	1980 (kg)	1987 (kg)	1994 (kg)	1995 (kg)	Évolution moyenne annuelle (%)		
						1963 à 1980	1980 à 1987	1987 à 1996
Gros bovins	21,1	26,4	25,0	27,3	26,1	+ 1,3	– 0,8	– 13,3
Veaux	8,3	6,7	6,5	27,3	26,1	– 1,3	– 0,4	– 13,3
Ovins – caprins	2,3	4,0	4,6	5,4	5,4	+ 3,3	+ 2,2	+ 17,4
Porcs	24,0	34,9	36,5	36,4	36,5	+ 2,2	+ 0,6	+ 0
Chevaux	2,2	1,8	1,0	0,6	hausse	– 1,2	– 8,8	hausse
Volailles	9,9	16,0	18,5	22,2	23,8	+ 2,9	+ 2,1	+ 28,6
TOTAL	67,8	89,8	92,1	91,9	91,8	–	–	–

Source (1996) : SCEES (Service central des enquêtes et des études statistiques. Castanet – Toloscan 31 326) et Agreste (publication des services régionaux et statistiques agricoles).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.3. Structure du muscle squelettique

Les muscles (figure 8) sont composés de fibres musculaires, fixées sur les os par les tendons, et de tissu conjonctif, qui entoure les fibres musculaires et contient des vaisseaux sanguins, des nerfs et du tissu adipeux.

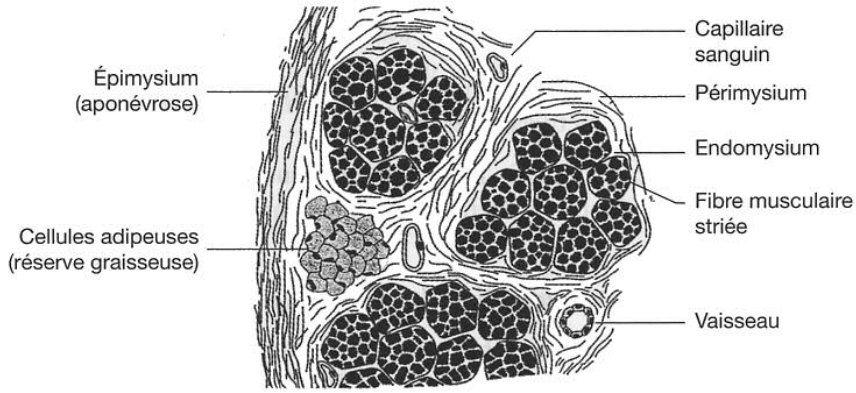


Figure 8 ■ Structure du muscle squelettique.

1.3.1. Les fibres musculaires

Elles sont organisées en **faisceaux** ; ce sont de grandes cellules qui contiennent des **fibrilles** appelées **myofibrilles** disposées en parallèle et responsables de la contraction musculaire (figure 9a et 9b). Elles sont colorées par un pigment : la **myoglobine** qui sert de réserve d'O_2 à la cellule en vue de la contraction.

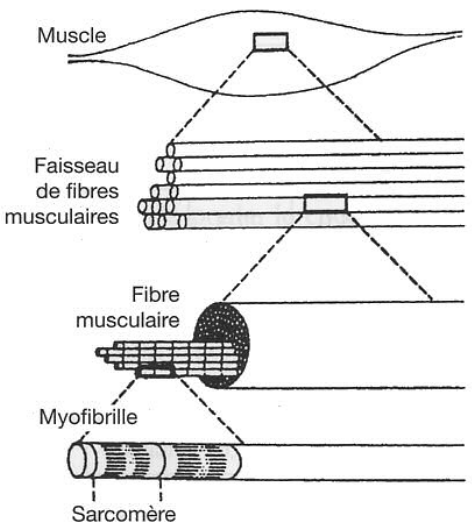


Figure 9a ■ Organisation générale du muscle.

Les faisceaux de fibres musculaires sont emballés par le PÉRIMYSIUM. Les fibres musculaires sont emballées par l'ENDOMYSIUM.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

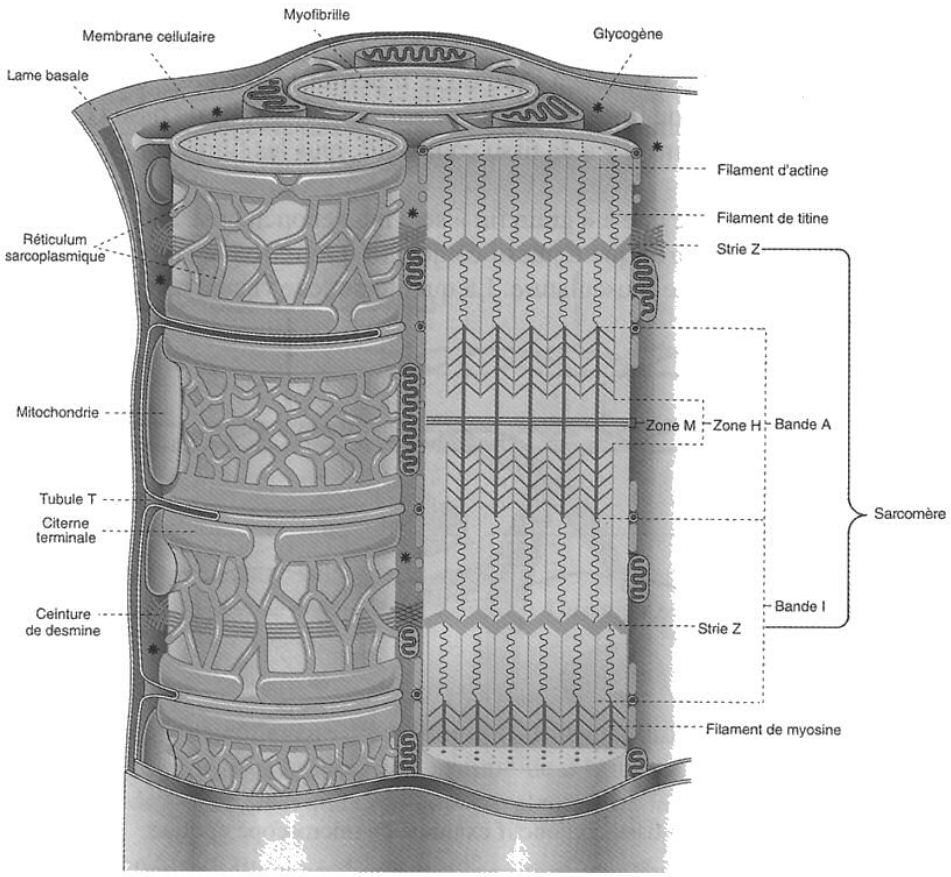


Figure 9b ■ Représentation schématique de l'appareil contractile et des structures membranaires de la cellule musculaire squelettique (d'après U. Welsch, *Sobotta – Atlas d'histologie*, EM Inter/Urban & Fischer, 2002).

À gauche : aspect extérieur d'une myofibrille ; à droite : myofibrille en coupe longitudinale.

Les myofibrilles sont elles-mêmes composées de **myofilaments** (actine et myosine) qui forment un complexe réversible d'**actomyosine**.

1.3.2. Le tissu conjonctif ou périmysium

C'est une trame qui assemble les faisceaux de fibres musculaires et qui joue un rôle de nutrition pour le muscle. Il est constitué de 4 éléments principaux (figure 10) :

- *le collagène* (80 % du tissu conjonctif) ; } Protéines
- *l'élastine* ; } fibreuses
- *les fibroblastes* (cellules qui synthétisent le collagène et l'élastine) ;
- *la substance fondamentale* qui est riche en mucopolysaccharides et qui contient des ramifications vasculaires et nerveuses ainsi que des cellules

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

adipeuses. Ces amas graisseux sont répartis de manière harmonieuse et diffuse ce qui permet la formation du « **persillé** » ou du moelleux de la viande.

Le tissu conjonctif est visible à l'œil nu et il définit le « **grain** » de la viande c'est-à-dire la quantité de fibres musculaires par rapport à celle de tissu conjonctif. Par conséquent, moins il y a de tissu conjonctif, plus les fibres sont courtes et meilleure est la viande.

Exemple : une viande dite à « grain fin » sera lisse et onctueuse : elle aura donc plus de fibres musculaires que de tissu conjonctif. On retrouve ce type de grain chez les animaux à forte musculature. La qualité de leur viande sera, par conséquent, supérieure.

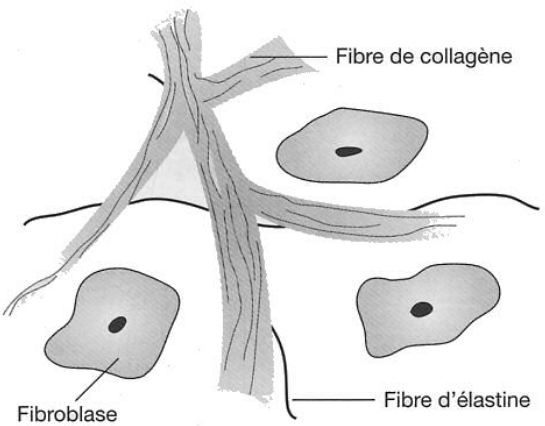


Figure 10 ■ Éléments du tissu conjonctif examiné au microscope optique.

1.3.3. Le système protéique musculaire

1.3.3.1. Classification des différentes protéines musculaires (figure 11)

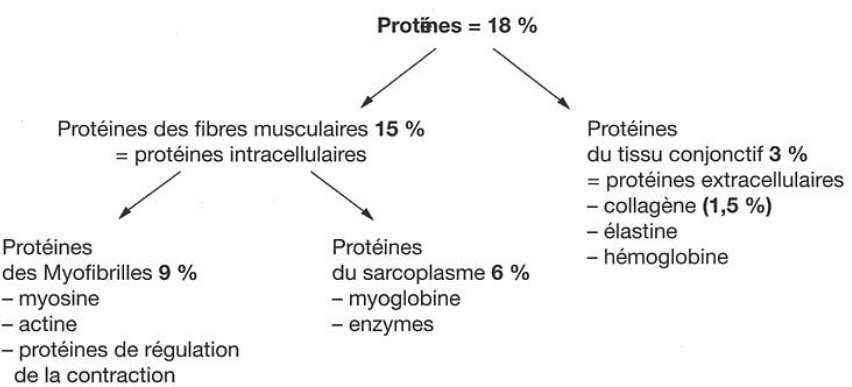


Figure 11 ■ Classification des différentes protéines musculaires.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.3.3.2. Le collagène

▶ ULTRASTRUCTURE (figure 12)

C'est la protéine la plus abondante du règne animal (il représente 30 % des protéines de l'organisme des mammifères) et c'est l'élément rigide des tissus responsable de la dureté de la viande.

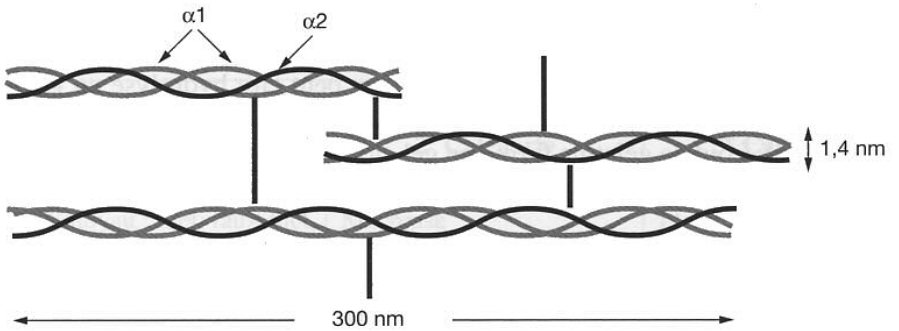


Figure 12 ■ Structure du collagène.
On observe les monomères de tropocollagène constituées d'une triple hélice contenant 2 chaînes α_1 et 1 chaîne α_2.

La molécule de collagène est cylindrique. Elle est formée à partir de protéines de tropocollagène. Ce dernier est constitué de 3 brins enroulés et reliés par des liaisons hydrogènes ainsi que des ponts covalents dont la quantité augmente avec l'âge.

Les fibrilles de collagène s'agrègent ensuite entre elles et constituent des fibres de collagène qui forment de véritables trames dans le tissu conjonctif.

Cette structure donne donc à la fois des propriétés de résistance mais aussi d'élasticité aux tissus qui contiennent du collagène.

De plus, le collagène est exceptionnellement riche en :
- *glycocolle* : un acide aminé sur 3 est représenté par le glycocolle ;
- *proline et hydroxyproline* qui sont deux autres acides aminés caractéristiques du collagène.

Ainsi, on peut évaluer la quantité de collagène présente dans un morceau de viande grâce à la relation suivante :

Quantité de collagène = Quantité d'hydroxyproline × 7,5

Cependant, le collagène est très pauvre en acides aminés soufrés (cystéine et méthionine) et il ne contient pas de tryptophane.

▶ LE RAPPORT COLLAGÈNE/PROTÉINES

Il permet d'apprécier l'importance du tissu conjonctif d'une viande : *si le rapport est élevé, cela signifie qu'il y a une quantité importante de tissu conjonctif*

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

dans la préparation ou que c'est une viande mal parée. Sa qualité organoleptique sera donc moins bonne et il est possible que sa teneur en matières grasses soit forte puisque les amas d'adipocytes se situent surtout dans le tissu conjonctif périphérique du muscle.

Par conséquent, plus le rapport collagène/protéines est élevé, plus la valeur biologique de la préparation est faible puisque la teneur en protéines sera faible (donc moins de chair musculaire).

▶ TRANSFORMATION DU COLLAGÈNE EN GÉLATINE

Lors de la cuisson de la viande, le collagène peut être hydrolysé en gélatine laquelle est recherchée pour ses propriétés fonctionnelles et organoleptiques (figure 13). À froid, la gélatine forme un gel alors qu'à chaud, elle est dispersible dans l'eau.

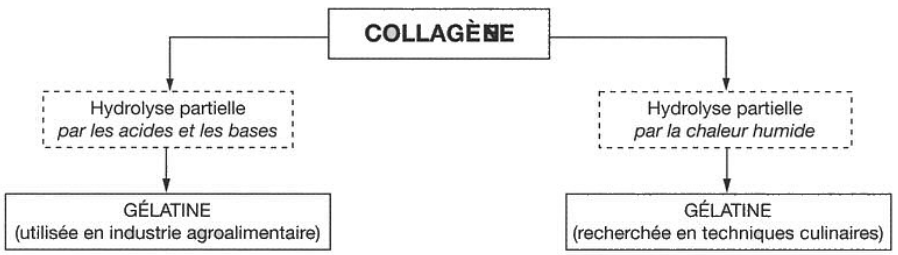


Figure 13 ■ Transformation du collagène en gélatine.

Un morceau riche en collagène sera donc riche en gélatine après cuisson. Ses propriétés organoleptiques seront donc recherchées lors de la cuisson mais sa valeur biologique sera moindre. Cependant, sans cet effet attendrisseur, la viande serait inconsommable.

Par conséquent, les morceaux les plus riches en collagène devront être cuits plus longtemps afin que le tissu conjonctif devienne tendre. C'est pourquoi, les viandes seront classées en catégories qui reflètent la position anatomique du morceau sur l'animal et son importance en collagène (tableau 27) :

- *catégorie 1* : cuisses, régions fessières, dos : les morceaux contiennent peu de tissu conjonctif mais une masse musculaire importante ;
- *catégorie 2* : épaules et régions costales : les morceaux seront plus riches en tissu conjonctif et la masse musculaire de taille plus réduite ;
- *catégorie 3* : extrémités des membres, collier, poitrine, muscles abdominaux : les morceaux sont riches en tissu conjonctif, tendons os et petits muscles.

La classification des viandes en catégories n'a donc pas forcément de rapport strict avec sa qualité mais c'est en fonction de chaque catégorie que l'on choisira le mode de cuisson de chaque morceau :

- *pour les viandes de première catégorie* : la température finale intérieure du morceau doit être inférieure à 40 °C. Ces viandes seront alors cuisinées sous forme de grillades ou de rôtis ;

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

– *pour les viandes de deuxième et de troisième catégorie* : il est nécessaire de les cuire à une température supérieure à 80 °C en milieu aqueux.
Les viandes de 2e catégorie seront ainsi utilisées pour des cuissons un peu plus longues telles que les sautés, les braisés alors que celles de 3e catégorie seront cuisinées très longuement sous forme de viandes bouillie ou de ragoûts.

Tableau 27 ■ Les différentes catégories des viandes.

Le bœuf		
1re Catégorie	**2e Catégorie**	**3e Catégorie**
Entrecôte et noix d'entrecôte Dans l'aloyau : filet, faux-filet, onglet, hampe Rumsteck Tende de tranche, tranche, aiguillette et aiguilleté, baronne, araignée Bavette d'aloyau et de flanchet	Gîte noix, rond de gîte Macreuse Paleron Collier Jumeau Basse côte	Gîte Plat de côte Poitrine Flanchet Jarret Queue
Le veau		
1re Catégorie	**2e Catégorie**	**3e Catégorie**
Côte, côte seconde, côte première Longe, filet Quasi Noix	Côte découverte, bas de carré Épaule	Poitrine, tendron Flanchet Jarret Collier Pied
Le mouton		
1re Catégorie	**2e Catégorie**	**3e Catégorie**
Côte première et seconde Côte filet et filet Selle Gigot, gigot raccourci	Carré et côte découverte Épaule	Collier Haut de côte Poitrine
L'agneau		
1re Catégorie	**2e Catégorie**	**3e Catégorie**
Côtelettes Filet Selle Gigot	Épaule	Poitrine Collier Haut de côte
Le porc		
1re Catégorie	**2e Catégorie**	**3e Catégorie**
Filet Côtelettes	Épaule	Poitrine Haut de côte

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Remarque : le prix de la viande varie aussi en fonction de la catégorie. Ainsi, une viande de catégorie 1 est considérée comme noble et donc plus chère qu'une viande de catégorie 2 considérée comme meilleur marché et elle-même plus chère qu'une viande de catégorie 3. Cependant, il ne faut pas considérer ces derniers comme des bas morceaux car ils permettent d'excellentes préparations culinaires.

▶ DIGESTIBILITÉ DU COLLAGÈNE

Le suc pancréatique contient une collagénase mais celle-ci n'hydrolyse que 3 % des liaisons peptidiques du collagène non dénaturées par la cuisson. Son action est donc plus marquée lorsque le collagène a été dénaturé (c'est-à-dire transformé en gélatine). Heureusement, les bactéries du colon libèrent une collagénase beaucoup plus efficace.

▶ FACTEURS DE VARIATION DU COLLAGÈNE DANS LE MUSCLE DES ANIMAUX

- ***L'espèce***

L'importance du tissu conjonctif (et donc du collagène) par ordre décroissant est le suivant : Ovins > Caprins > Bovins > Porcins.

- ***La race***

Plus les fibres musculaires sont hypertrophiées et moins le tissu conjonctif est représenté d'où la sélection de certaines races.

- ***L'âge***

La quantité de tissu conjonctif est plus importante chez les animaux jeunes (car leur musculature est encore immature) mais les ponts covalents entre les fibrilles et les fibres de collagène sont moins nombreux.

L'hydrolyse du collagène est donc plus facile chez l'animal jeune ce qui explique que leur viande est plus tendre.

- ***Le sexe***

Le vieillissement est plus rapide chez le mâle d'où l'intérêt de la castration.

- ***Le muscle***

Dans les muscles de la région thoracique (avant de l'animal), la teneur en tissu conjonctif sera plus importante.

- ***Le morceau du muscle***

La quantité de tissu conjonctif augmente dans les parties plus proches des tendons.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.3.3.3. L'élastine

C'est une macromolécule ramifiée et élastique. Elle ne subit aucune modification lors de la cuisson. Elle n'est pas digestible. Elle est essentiellement située dans les ligaments et les poumons. Elle est responsable de la couleur jaune du tissu conjonctif.

2. *Les viandes de boucherie*

2.1. Transformation des muscles en viandes

Il se produit beaucoup de modifications entre l'abattage et la consommation ce qui permet la transformation du muscle en viande. Il s'agit en fait d'une suite de mécanismes qui s'enchaînent en affectant différents composants chimiques du muscle ainsi que ses propriétés physiques.

2.1.1. L'amenée des animaux

2.1.1.1. Le transport

La fatigue et le stress des animaux se répercutent sur la qualité de la viande. En effet, plus les animaux seront stressés et fatigués et plus la viande sera de mauvaise qualité. Par conséquent, on essaie de limiter ces facteurs en ayant des temps de transport les plus courts possibles.

2.1.1.2. La stabulation

C'est la mise en attente des animaux avant l'abattage. Ces conditions ont aussi été améliorées afin de corriger en partie les effets du stress de groupe souvent constaté lors de cette étape. De plus, les animaux sont soumis à une diète hydrique de manière à limiter la production de matières fécales, souvent très volumineuses, qui pourraient être responsables d'une contamination *post mortem*.

2.1.1.3. L'inspection sanitaire antemortem

On contrôle l'état de santé et l'hygiène générale des animaux qui doit être irréprochable.

2.1.2. L'abattage

Il doit se faire dans les meilleures conditions d'hygiène et les moins traumatisantes pour les animaux.

Il se divise en plusieurs étapes :

- *anesthésie* de l'animal ;
- *mort par électricité ou pointeau métallique* (elle est ainsi instantanée) ;

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- *saignée* : 50 % au plus du sang de la viande est éliminé ce qui limite la croissance bactérienne. Après l'abattage, l'arrêt de la circulation sanguine et la saignée privent donc les tissus musculaires d'oxygène ce qui modifie le métabolisme cellulaire (figure 14) ;
- *dépouille* (élimination de la peau) ;
- *éviscération* ;
- *fente* : on découpe l'animale en deux parties symétriques ;
- *inspection sanitaire de salubrité postmortem avec estampillage* ;
- *pesée de la carcasse* ;
- *marquage*.

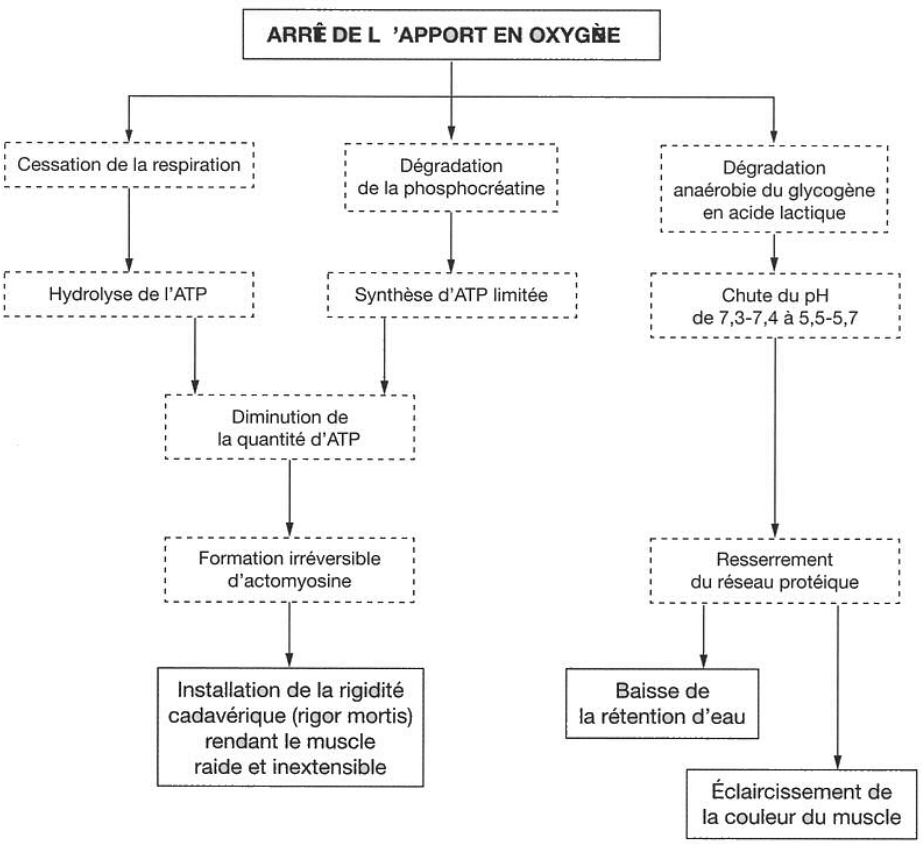


Figure 14 ■ Le métabolisme du muscle après l'abattage.

2.1.3. Le refroidissement et la rigidité cadavérique

La **rigidité cadavérique,** qui se produit 8 à 10 heures après l'abattage, est due à la formation d'un complexe irréversible d'actomyosine par suppression des composés riches en énergie (ATP) à la suite du manque d'oxygène.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Ainsi, le muscle se raccourcit, sa dureté augmente et la dégradation anaérobie du glycogène conduit à la formation d'acide lactique, ce qui abaisse le pH.

Un refroidissement trop rapide de la carcasse pendant l'entrée en rigidité cadavérique favorise la contraction et diminue la tendreté de la viande.

Cependant, le froid limite un abaissement trop rapide du pH ce qui provoquerait une dénaturation excessive des protéines et l'expulsion d'eau en grande quantité ce qui rendrait la viande dure.

De plus, le froid ralentit la croissance des micro-organismes de contamination. C'est pourquoi, en pratique, le refroidissement est dosé de telle sorte que le muscle entre en rigidité cadavérique entre 14 et 19 °C.

2.1.4. La maturation

C'est la conservation en chambre froide (15 jours à 3 semaines) de la viande avant sa commercialisation. Elle correspond à la résolution de la rigidité cadavérique par des phénomènes de dégradations physiques et chimiques dans le muscle sous l'effet d'enzymes protéolytiques appelées des cathepsines. Ces enzymes sont libérées et activées dans le tissu musculaire par l'abaissement du pH. La viande commence alors à s'attendrir progressivement et développe ainsi ses qualités organoleptiques.

Le temps de maturation est donc fonction du volume de la carcasse et de la température de stockage.

D'un point de vue biochimique nous assistons à :

- *une altération des stries Z* des myofibrilles ;
- *un affaiblissement des liaisons* reliant les protéines contractiles des fibres musculaires. Elles deviennent alors plus solubles ce qui augmente la tendreté de la viande ;
- *une dénaturation des protéines du sarcoplasme* en particulier la myoglobine qui devient plus oxydable ;
- *une poursuite de la dégradation de l'ATP en IMP* (inosine mono phosphate) ;
- *une Déphosphorylation de l'IMP* qui se transforme alors en hypoxanthine dont le taux est un bon indice de maturation ;
- *une libération de composés organoleptiques* responsable de la saveur et de la flaveur de la viande.

Remarque : les protéines du tissu conjonctif subissent peu de modification.

2.2. Les qualités organoleptiques des viandes de boucherie

2.2.1. La tendreté

C'est la facilité avec laquelle la viande est coupée et broyée au cours de la mastication.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.2.1.1. Les facteurs intrinsèques responsables de la tendreté

- *L'âge de l'animal* : plus l'animal est vieux et moins sa viande est tendre.
- La *qualité de la carcasse* : une carcasse de mauvaise qualité donnera une viande dure.
- *L'alimentation de l'animal et son état d'engraissement* : plus l'animal est gras et plus sa viande est tendre.
- *La catégorie* : une viande de catégorie 1 est plus tendre qu'une viande de catégorie 2 elle-même plus tendre qu'une viande de catégorie 3.
- *La place du morceau sur le muscle* : il y a diminution de la tendreté à proximité des tendons.
- La *découpe du morceau* : un morceau non découpé dans le sens des fibres musculaires sera nettement moins tendre.

2.2.1.2. Les facteurs extrinsèques responsables de la tendreté

- *Utilisation adéquate du froid* (cf. précédemment).
- *Cuisson adaptée en fonction de la catégorie* (cf. précédemment).

2.2.2. La flaveur

C'est la résultante des impressions gustatives et olfactives. La flaveur de la viande cuite est donnée par plus de 600 composés avec des *composés non volatils* qui donnent le goût et des *composés volatils* qui donnent l'odeur (figure 15). Ainsi, les précurseurs primaires de la flaveur (présents dans la zone 1) sont transformés en réactifs intermédiaires (présents dans la zone 2) ou directement en molécules constituantes de la flaveur. Cette transformation a lieu lors de la maturation sous l'action d'enzymes et elle est intensifiée lors de la cuisson.

La plupart des composés du muscle sont donc générateurs d'arômes :

– *les amines et les sucres* forment lors de la cuisson des arômes dus à des réactions de Maillard. Cependant, une cuisson excessive donne des polymères bruns à goût fort ;
– *les acides gras* libérés par l'hydrolyse des triglycérides et des phospholipides subissent une auto-oxydation conduisant à des aldéhydes et des cétones qui sont des composants de la saveur. Cependant, en excès, cette saveur devient rance.

Le mode de cuisson joue aussi un rôle important :

– le braisage accentue les réactions de Maillard et la dégradation des lipides ;
– la cuisson en atmosphère sèche (grillade, friture) est encore plus efficace.

2.2.3. La jutosité ou la succulence

Elle est fonction de la teneur lipidique du morceau de viande et de son pouvoir de rétention d'eau. Ce dernier est dû aux fibres musculaires qui retiennent, grâce aux myofibrilles, les 3/4 de l'eau des viandes.

Photocopillage interdit – La photocopie non autorisée est un délit

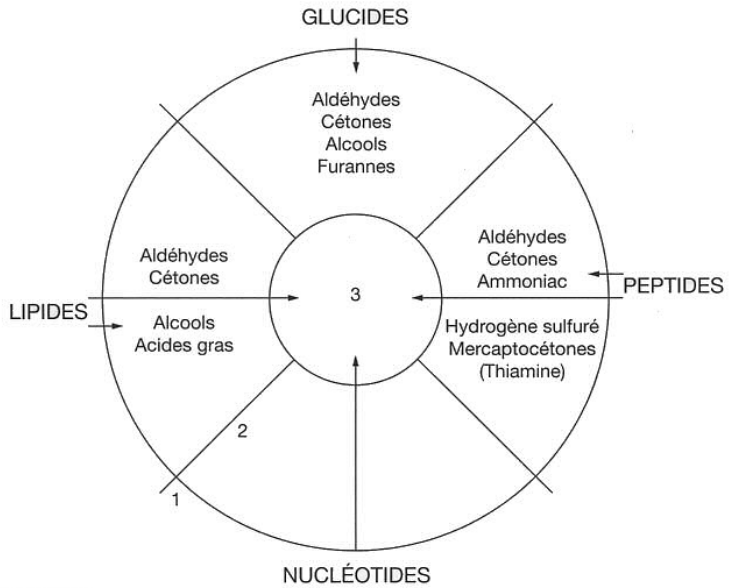


Figure 15 ■ Principaux composés responsables de la flaveur de la viande.

Lors de la transformation du muscle en viande, lorsque le pH diminue de manière trop importante, le réseau de protéines se resserre et l'eau est expulsée. C'est dans ces conditions que l'on obtient des viandes **PSE** (pâles, *soft* et exudatives) qui deviennent alors « fibreuses » et donc impropres à la consommation. Pour éviter ce phénomène on ajoute du sel qui diminue le resserrement des protéines.

De plus, lors de la cuisson, à partir de 40 °C, il y a dénaturation des protéines d'où diminution de la rétention d'eau et diminution du poids de la viande (tableau 28).

Tableau 28 ■ Le rendement des viandes après cuisson.

Viandes	Modes de cuisson employés	Rendement moyen après cuisson (%)
Bœuf	Entrecôte grillée	85
	Rumsteck grillé	90
	Steak surgelé	70
	Rôti	80
	Pot-au-feu	60
Mouton	Rôti	75
Porc	Grillade, rôti	60 à 65

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.2.4. *La couleur*

2.2.4.1. *Généralités*

La coloration de la viande est définie par celle du muscle, qui dépend elle-même de la présence de 2 pigments : la myoglobine et l'hémoglobine sanguine même si cette dernière n'intervient que faiblement.

Les différentes transformations de ces pigments sont visibles si l'on sectionne un morceau de viande exposé à l'air (figure 16) : *la surface* est rouge vif en raison de l'apparition d'**oxymyoglobine** grâce à son contact avec l'O_2 de l'air ambiant. *Sous cette zone*, la viande a une couleur **rouge pourpre** caractéristique de la **myoglobine réduite** en raison de l'action réductrice du muscle qui persiste après la mort. *Quelques mm en dessous*, il existe une couche brune d'épaisseur variable qui augmente au cours du stockage. Cette couche correspond à la formation de **metmyoglobine** due à la diminution de la pression en O_2.

Donc si la viande est laissée au contact de l'air quelques heures, elle passe d'une couleur rouge vif à une couleur brune du fait du développement de la couche de metmyoglobine.

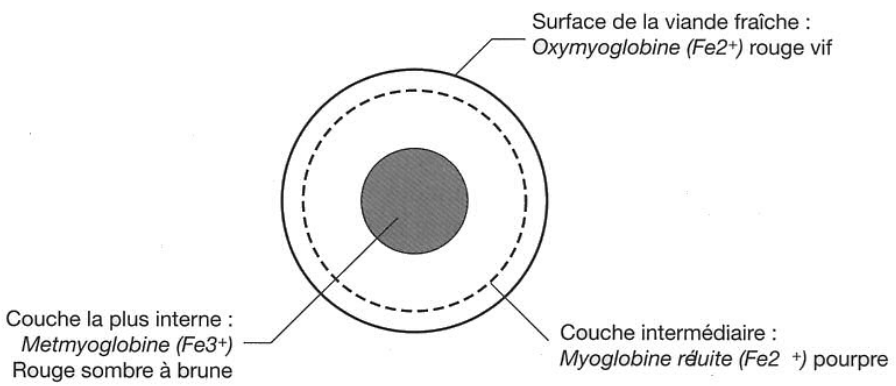


Figure 16 ■ Évolution de la myoglobine dans une viande tranchée.

Conclusion : la myoglobine a la propriété de passer de l'une de ses trois formes à une autre de manière réversible. Ces réactions ont lieu en fonction du pH et du niveau d'oxygène.

2.2.4.2. *Les facteurs intrinsèques modifiant la couleur de la viande*

- *L'espèce* : la teneur en myoglobine est variable selon l'espèce.
- *L'âge* : la teneur en myoglobine augmente avec l'âge.
- *Le sexe et le muscle considéré.*
- *Le type de viande* : la teneur en myoglobine des viandes blanches est inférieure à celle des viandes rouges.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.2.4.3. Les facteurs extrinsèques modifiant la couleur de la viande

▶ L'ALIMENTATION

C'est le facteur le plus important. La carence en fer induit des viandes plus blanches (*exemple* : veaux de lait à alimentation carencée en fer dont la chair reste peu pigmentée).

▶ LES CONDITIONS D'ABATTAGE ET LE PH

- *Si le pH du morceau est compris entre 5,2 et 5,5*, la viande sera **pâle, *soft* et exsudative (PSE)**. Ce phénomène est dû à une dénaturation des protéines responsable d'une augmentation de la rétention d'eau ainsi qu'à une dénaturation de la myoglobine et une oxydation de la metmyoglobine.
- *Si le pH du morceau est compris entre 5,5 et 6,3*, la viande sera de bonne qualité ce qui signifie que les conditions d'abattage étaient convenables.
- *Si le pH du morceau est compris entre 6,3 à 6,7*, la viande devient **DFD** (*dark, firm, dry*) c'est-à-dire **sombre, ferme et sèche**, car les animaux étaient stressés avant l'abattage. Par conséquent, cette viande manque de glycogène et se conservera mal du fait de son pH trop élevé.

▶ LES TRAITEMENTS TECHNOLOGIQUES DE CONSERVATION

Ils ont de nombreuses conséquences sur la couleur de la viande :

- *une réfrigération longue* provoque la formation de metmyoglobine à cause de l'utilisation de l'O_2 par les germes psychrotrophes de surface qui se développent dans l'emballage ;
- *le conditionnement en emballage imperméable sous vide réfrigéré* inhibe la croissance des bactéries de surface : la viande prend alors une couleur foncée. Il est ainsi conseillé de la laisser à l'air après ouverture pour que se forme à nouveau de l'oxymyoglobine rouge vif ;
- *les radiations ionisantes* utilisées comme moyen de conservation colorent les viandes en rouge brillant ;
- *les radiations électromagnétiques* (provoquées notamment par l'éclairage des grandes surfaces) favorisent la formation de metmyoglobine et décolorent anormalement la viande en surface.

▶ LA CUISSON

Lors d'une cuisson à l'air libre (*exemple* : à la poêle) et sous l'action de l'oxygène, la globine est dénaturée à partir de 65 °C. C'est pourquoi, avant d'atteindre cette température, la viande garde sa couleur rouge. Vers 70 °C, elle prend une teinte rosée et vers 85 °C, elle devient brune, marron.

Lors d'une stérilisation en récipient clos (*exemple* : appertisation), la globine est aussi dénaturée mais elle prendra une couleur rose caractéristique des viandes en conserve.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

▶ LES NITRATES ET/OU LES NITRITES

Lorsqu'ils sont associés à l'action de la chaleur, ils provoquent une dénaturation de la globine permettant d'obtenir, par exemple, la couleur rose du jambon cuit. *Lorsqu'ils sont utilisés seuls*, ils sont responsables, par exemple, de la couleur rouge du jambon cru.

▶ LES BACTÉRIES

Certaines bactéries, notamment celles capables de produire du H_2S, sont capables de donner à la globine une couleur verte, signe d'altération de la viande.

2.3. La contamination des viandes

2.3.1. Contamination ante-mortem

2.3.1.1. Contamination par des parasites

▶ PAR DES LARVES DE TÆNIA SAGGINATA

Elles se trouvent dans la viande de bœuf. C'est une contamination fréquente.

▶ PAR DES LARVES DE TÆNIA SOLIUM

Elles se trouvent dans la viande de porc. Cette contamination diminue du fait de l'élevage intensif des porcs nourris avec une alimentation artificielle composée.

Remarque : les larves de tænias sont détruites par congélation à partir de – 7 °C pendant au moins 24 heures.

▶ PAR DES LARVES DE TRICHINE

Elle n'est plus seulement spécifique de la viande de porc (par exemple, elle a été découverte chez les équidés).

2.3.1.2. Contamination par des micro-organismes pathogènes ou provoquant des altérations

Les contrôles vétérinaires *ante mortem* ainsi que les contrôles des élevages diminuent les risques de contamination.

2.3.1.3. Contamination par des virus

La transmission de virus par les viandes est peu probable grâce aux vaccinations obligatoires du cheptel et l'élimination systématique d'animaux contaminés.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.3.1.4. Contamination par l'agent responsable de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB)

▶ DÉFINITIONS

- ***L'ESB***

C'est une maladie incurable des bovins qui appartient à la famille des **encéphalopathies spongiformes subaiguës transmissibles** ou **ESST**.

Son nom provient du fait que le cerveau d'un animal malade présente des lésions caractéristiques qui lui donnent un aspect d'éponge. Ces lésions sont dues à l'accumulation, dans ses tissus nerveux centraux (cerveau et moelle épinière), d'une protéine de conformation anormale appelée **prion pathologique**. Celui-ci résiste à la dégradation enzymatique (qui a normalement lieu) entraînant son accumulation et la dégénérescence de ces tissus. Il est aussi très résistant à la chaleur.

Les premiers signes cliniques sont des troubles nerveux qui apparaissent après une longue période d'incubation, en moyenne 5 ans, mais entraînant rapidement la mort de l'animal.

C'est pourquoi, cet agent, qui représente un nouveau type d'agent pathogène a été associé au groupe des **ATNC** (***a**gents **t**ransmissibles **n**on **c**onventionnels*).

- ***La maladie de Creutzfeldt-Jacob ou MCJ***

C'est aussi une maladie à prion appartenant donc aux ESST qui affecte l'homme. Sa forme habituelle (qui représente plus de 80 % des formes décrites), est **sporadique** c'est-à-dire qu'elle touche des individus isolés. Elle se traduit par une démence incurable et atteint en général des sujets âgés de 60 à 65 ans. Cependant, c'est une maladie rare puisqu'elle ne touche qu'une personne par million d'habitant et par an.

- ***La variante de la maladie de Creutzfeldt-Jacob ou vMCJ***

Par opposition à la MCJ, c'est une maladie nouvelle chez l'homme qui est apparue en 1996 au Royaume-Uni et qui survient essentiellement chez de jeunes individus. En France, quatre personnes sont déjà décédées de cette pathologie et d'autres patients semblent atteints eux aussi.

Le fait que les premiers cas soient apparus au Royaume-Uni explique que les scientifiques ont émis l'hypothèse que cette vMCJ pouvait être la conséquence de la transmission de l'ESB à l'homme. Si cela s'avère vrai, les patients ont probablement été contaminés par la voie alimentaire en consommant des tissus ou organes de bovins malades.

▶ LES CAUSES PROBABLES DE CONTAMINATION : LE RÔLE DE L'ALIMENTATION

Actuellement, **on ne connaît toujours pas l'origine exacte de l'ESB** et même si de nombreuses hypothèses ont été avancées, aucune n'a pu encore être démontrée.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Cependant, au Royaume-Uni, un lien de cause à effet a rapidement été établi entre, l'incorporation, dans les compléments alimentaires des bovins, de **farines de viandes et d'os** (FVO) contaminés par l'agent de l'ESB, et la rapide propagation de la maladie dans le cheptel bovin.

Les **FVO** sont obtenues par cuisson, séchage et broyage de sous produits animaux. Ainsi, l'utilisation de ces sous produits pouvant contenir l'ESB, associée à une cuisson insuffisante, semble avoir été à l'origine d'une contamination importante des FVO fabriquées et utilisées au Royaume-Uni dans les années 80. La conséquence de ce procédé a été l'amplification de la diffusion de l'agent de l'ESB dans le cheptel bovin dans ce pays même si les FVO ne représentaient qu'une teneur inférieure à 1 % de la ration globale des animaux.

▶ LES DIFFÉRENTES MESURES PRÉVENTIVES

- ***Une sécurisation de l'alimentation des animaux d'élevage***

En France, l'emploi de FVO a été interdit dans l'alimentation de tous les animaux d'élevage dont nous consommons les produits de même que pour toutes les protéines d'origine animale (autres que les protéines de lait).

De plus, *depuis août 2001*, les matières grasses qui entrent dans la composition des aliments lactés destinés aux jeunes animaux sont sécurisées.

- ***Un retrait systématique de la consommation humaine des matériels à risques spécifiés (ou MRS) chez tous les animaux***

Les **MRS** sont les parties de l'animal qui pourraient être porteuses de l'agent infectieux. Normalement, elles ne pourraient présenter un risque infectieux que chez les animaux malades ou en incubation. Cependant, par précaution, et en fonction de l'âge de l'animal, ils sont obligatoirement retirés de la consommation.

Les parties ainsi éliminées sont les suivantes :
- la moelle épinière ;
- la colonne vertébrale y compris les ganglions rachidiens ;
- le crâne y compris la cervelle et les yeux ;
- le thymus (chez les bovins nés avant le 01/01/2002) ;
- les amygdales ;
- la rate,
- les intestins (chez les bovins).

} *Organes lymphoïdes* ;

- ***Une surveillance de l'ESB et le dépistage des animaux contaminés***

– *Par la surveillance des animaux* : un réseau d'épidémiosurveillance clinique de l'ESB a été créé et celui-ci regroupe les éleveurs, les vétérinaires praticiens ainsi que les agents du service d'inspection vétérinaire. Ainsi, il vise à repérer tout bovin vivant présentant des signes des troubles neurologiques susceptibles de faire penser à l'ESB. Tout animal suspect est ainsi euthanasié et son cerveau est analysé puis le cadavre de l'animal est détruit par incinération. *Si*

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

le diagnostic de l'ESB est confirmé, on procède à un abattage sélectif des bovins nés avant le 1er janvier 2002. Parallèlement à ces mesures, une enquête est menée afin d'identifier l'origine de la contamination.

– *Par le dépistage des animaux contaminés* : des tests de dépistage ont été mis en place ce qui renforce le contrôle et l'éradication de la maladie.

Conclusion : l'ensemble de ces mesures ont permis de diminuer le nombre de diagnostic de l'ESB et d'avoir un niveau de sécurité optimal.

Il ne faut pas non plus oublier que, à ce jour, aucune donnée scientifique, ne permet de suspecter un risque de transmission de la maladie par la consommation de viande ou de nombreux produits tripiers (autres que les MRS).

2.3.2. *Contamination* post mortem

Certaines bactéries pathogènes saprophytes du tube digestif des animaux, telles que les salmonelles, peuvent contaminer les muscles après abattage, d'où l'éviscération précoce et la nécessité de limiter le stress d'abattage qui favorise le passage des bactéries intestinales vers la carcasse. Ces contaminations peuvent aussi avoir lieu lors de la préparation des carcasses.

2.3.2.1. La contamination des carcasses

▶ LA CONTAMINATION PROFONDE

Elle est peu importante puisque les animaux sont normalement sains et abattus dans de bonnes conditions.

Cependant, certaines techniques doivent être strictement contrôlées.

Exemple : l'échaudage qui consiste à tremper les animaux dans de l'eau bouillante afin de faciliter l'arrachage des soies de porc, des poils de la tête de veau ou des plumes de volailles. Il est donc parfois indispensable mais il favorise la formation de lésions et l'entrée d'eau polluée dans les systèmes respiratoires et circulatoires des animaux.

▶ LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE

Chaque carcasse est recouverte de 10^3 à 10^4 germes/cm^2. Les germes les plus trouvés sont *Pseudomonas, Acinetobacter, Lactobacilles, Micrococques, Staphylocoques*, *Clostridium*, *Salmonelles, Shigelles, Campylobacter, Yersinia* et des levures et moisissures

Conclusion : la seule solution afin d'éviter ces altérations est donc la réfrigération rapide des carcasses, associée à des conditions d'abattage correctes.

2.3.2.2. La contamination du muscle

Le muscle entier n'est pas un bon milieu de culture car il est protégé par le tissu conjonctif. En revanche, la viande parée, découpée, hachée est beaucoup plus fra-

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

gile. Lors de leur consommation, les viandes peuvent ainsi être à l'origine de toxi infections alimentaires (TIA) et 5 agents essentiels sont à mettre en cause :

- *Clostridium perfringens* ;
- *Clostridium botulinum* (qui se développe essentiellement dans les produits conservés) ;
- *Staphylococcus aureus* ;
- *Salmonella* ;
- Amines toxiques produites par les germes eux-mêmes.

2.4. Étude nutritionnelle des viandes de boucherie

2.4.1. *Parties comestibles selon le morceau* (tableau 29)

Tableau 29 ■ Parties consommables selon les morceaux.

Espèces	Morceaux considérés	Partie consommable en %
Bœuf	Bifteck haché	100
	Rumsteck	> 91
	Faux filet	78
	Plat de côte	80
Veau	Escalope	97
	Côte	81
	Poitrine	70
Mouton	Gigot	82
	Épaule	77
	Poitrine	71
Porc	Jambon sans os	95
	Épaule	87
	Côtelette dans le filet	81

2.4.2. *Valeur nutritionnelle de la viande de boucherie*

2.4.2.1. *Composition moyenne* (tableau 30)

Ces valeurs sont données par rapport à la partie comestible. Les teneurs en lipides et en eau sont liées et varient en sens inverse. La quantité de glucides est négligeable car le glycogène a disparu au cours de la maturation.

2.4.2.2. *Les protéines*

▶ ÉTUDE QUANTITATIVE

Les valeurs extrêmes quels que soient l'espèce et l'âge se situent entre 16 et 21 %. Seule celle de la viande de cheval se situe entre 21 et 24,5 %.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 30 ■ Composition moyenne de la viande de boucherie.

Constituants	Teneurs (g/100 g)
Eau	70
Protéines	18
Substances azotées non protéiques	1
Lipides	10 (tendance à la baisse)
Glucides	Négligeables

Le pourcentage protéique varie avec :
- *l'âge* : il est plus élevé chez les animaux jeunes (*exemple* : le veau) ;
- *la catégorie du morceau de viande* : les morceaux de première catégorie, bien parés, ont la teneur protéique la plus élevée ;
- *l'espèce* : bœuf > porc > mouton.

▶ ÉTUDE QUALITATIVE

Le muscle choisi et le parage subi influencent l'importance du tissu conjonctif donc le coefficient d'utilisation digestive et la valeur biologique. Ainsi, un morceau de 1re catégorie, bien paré, contient le minimum de collagène et d'élastine et présente donc le meilleur coefficient d'utilisation digestive.

Le coefficient d'utilisation digestive varie aussi en fonction de la nature des protéines :
- *les protéines intracellulaire* ont un coefficient d'utilisation digestive excellent qui varie ainsi de 90 à 100 % et une valeur biologique de 75 % environ. De plus, ces protéines ne possèdent pas de facteur limitant ;
- à l'inverse, *les protéines extracellulaires* ont un coefficient d'utilisation digestive et une valeur biologique très médiocres. De plus, elles possèdent des facteurs limitant qui sont les acides aminés soufrés et le tryptophane.

Mais, d'une manière générale, la viande est riche en lysine ce qui permet une bonne complémentation avec les produits céréaliers, pauvres en cet acide aminé indispensable.

Enfin, n'oublions pas que la cuisson améliore le coefficient d'utilisation digestive grâce à son action sur le collagène.

2.4.2.3. Les lipides

▶ ÉTUDE QUANTITATIVE

Actuellement, le goût des consommateurs se porte vers une viande moins grasse. C'est pourquoi, les races sont de plus en plus sélectionnées en ce sens et l'abattage est plus précoce qu'autrefois.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Comme nous l'avons vu précédemment, la teneur lipidique varie en sens inverse de celle de l'eau. De plus, la localisation de ces lipides étant périmusculaire, ils sont assez faciles à parer.

Le pourcentage de lipides varie en fonction :

- *de l'alimentation* : plus l'animal est engraissé et plus sa viande sera riche en lipides. De plus, le type d'alimentation modifie aussi la teneur en lipides. Par exemple, un porc nourrit au maïs (céréale considérée comme « grasse ») donnera au final une viande plus riche qu'un porc nourri au soja ;
- *de l'espèce* : par exemple : le mouton est considéré en général comme une viande grasse ;
- *du morceau choisi* : par exemple, l'épaule est plus grasse qu'une escalope ;
- *du parage subi* : plus une viande est parée, moins elle est riche en tissu conjonctif et par conséquent, moins elle est grasse ;
- *du mode de vie de l'animal* : la sédentarité des animaux favorise leur engraissement ;
- *de la technique culinaire* : la teneur lipidique d'une viande grillée est peu modifiée par rapport à une viande sautée pour laquelle la quantité de lipides augmente de par l'utilisation de corps gras lors de la cuisson ;
- *de l'âge :* la quantité de lipides augmente avec le vieillissement de l'animal ;
- *de la catégorie* : en général, une viande de catégorie 1 est moins grasse qu'une viande de catégorie 2 qui est elle-même moins grasse qu'une viande de catégorie 3. Cependant, **il convient de ne pas généraliser car certaines viandes de catégorie 1 (exemple : l'entrecôte) peuvent être riches en lipides.**

Conclusion : on distingue ainsi 3 classes de viande (tableau 31) :

- *les viandes maigres* dont la teneur en lipides est inférieure à 5 % ;
- *les viandes à teneur intermédiaire en lipides* : 5 à 15 % ;
- *les viandes grasses* dont la teneur en lipides est supérieure à 15 %.

▶ ÉTUDE QUALITATIVE

La majorité des lipides sont sous forme de triglycérides avec cependant quelques phospholipides et la répartition en acides gras est la suivante :

- 40 % d'acides gras saturés ;
- 42 % d'acides gras monoinsaturés ;
- 18 % d'acides gras polyinsaturés avec environ 2/3 d'acides gras (n-6) et 1/3 d'acides gras (n-3).

La forte proportion d'acides gras saturés et la faible proportion d'acides gras polyinsaturés confèrent aux viandes de boucherie des propriétés athérogènes et thrombogènes lorsqu'elles sont consommées en excès. De plus, la longueur des chaînes d'acides gras entraîne une mauvaise digestibilité.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 31 ■ Classification des viandes en fonction de leurs teneurs en lipides.

Viandes maigres ≤ 5 % de lipides	**Viandes à teneur en lipides > 5 % et < 15 %**	**Viandes grasses ≥ 15 % de lipides**
Agneau		
		– côtelettes – gigot – épaule
Bœuf		
– bifteck – faux filet – rosbif – steak haché 5 %	– flanchet – « à bourguignon » – « à pot-au-feu » – steak haché 10 %	– entrecôte – flanchet – steak haché 15 % – steak haché 20 %
Porc		
– filet		– côtelette – rôti – travers – échine
Veau		
– escalope – filet	– côte – poitrine – rôti – épaule	
Volaille		
– dinde : cuisse sans peau – dinde : escalope – dinde : rôti – lapin – pigeon – poulet : escalope	– canard – dinde : cuisse avec peau – pintade – poule – poulet : cuisse et peau	– oie
Abats		
– cœur – foie – ris – rognons	– cervelle – langue	

2.4.2.4. Les glucides

Le glycogène du muscle s'est transformé en acide lactique lors de la rigor mortis et de sa maturation.

La teneur en glucides des viandes de boucherie est donc négligeable mise à part dans la viande de cheval où elle est de 2 à 3 % ce qui favorise la multiplication bactérienne. C'est pourquoi, elle est interdite dans les collectivités scolaires et universitaires.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.4.2.5. *Les minéraux* (tableau 32)

Tableau 32 ■ Teneurs en minéraux des viandes de boucherie.

Minéraux	Teneurs (en mg/100 g)	Remarque
Sodium	70	Teneur faible
Potassium	350	Non négligeable
Calcium	10,5	Négligeable
Phosphore	200	Non négligeable
Magnésium	20	Négligeable
Fer	2,5	Non négligeable
Cuivre	0,1	Négligeable
Zinc	2,5	Non négligeable
Sélénium	0,08	Non négligeable

▶ LE SODIUM

La teneur en sodium des viandes de boucherie est faible.

▶ LE FER

La viande rouge est un des aliments le plus riche en fer d'autant plus que celui-ci est sous forme de fer héminique dont l'absorption est importante (15 à 25 %).

Une portion de viande de 100 g couvre ainsi :

- 15 % des apports conseillés en fer de la femme adulte ;
- 30 % des apports conseillés en fer de l'homme adulte.

▶ LE PHOSPHORE ET LE CALCIUM

La teneur en calcium est négligeable par rapport à celle de phosphore : une portion de viande (100 g) couvre environ 25 % des ANC en phosphore.

▶ LES OLIGOÉLÉMENTS

La teneur en zinc est intéressante puisqu'une portion de viande de 100 g couvre environ le quart des apports conseillés en cet oligoélément. Elle contient aussi du sélénium dont la teneur est non négligeable : les viandes de boucherie participent donc à la couverture des apports conseillés en sélénium. En ce qui concerne les autres oligoéléments (iode, fluor, cuivre…) les teneurs sont soit nulles soit négligeables.

2.4.2.6. *Les vitamines* (tableau 33)

▶ VITAMINES LIPOSOLUBLES

Elles sont faiblement représentées.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 33 ■ Teneurs en vitamines hydrosolubles de la viande de boucherie.

Vitamines	Teneurs (en mg/100 g)	% de couverture des ANC avec la consommation d'une portion de viande (100 g)
Vitamine B_1	0,2	Environ 16 %
Vitamine B_2	0,3	Environ 20 %
Vitamine PP	5	Environ 40 %
Vitamine B_6	0,3	Environ 20 %
Vitamine B_{12}	1,7	Environ 70 %

▶ VITAMINES HYDROSOLUBLES

La viande de boucherie ne contient pas de vitamine C mais c'est une bonne source en certaines vitamines du groupe B.

On remarque notamment la présence de vitamine B_{12} d'origine strictement animale.

2.4.2.7. Valeur énergétique

On distingue :
- *les viandes maigres* : valeur énergétique = 500 kJ/100 g (120 kcal/100 g) ;
- *les viandes grasses* : 15 % de lipides : valeur énergétique = 900 kJ/100 g (210 kcal/100 g).

Soit en moyenne : 10 % de lipides : **valeur énergétique = 700 kJ/100 g (170 kcal/100 g)**.

2.5. La conservation des viandes

2.5.1. Les viandes fraîches conditionnées et réfrigérées

Le conditionnement prolonge la conservation de la viande en assurant une protection contre les contaminants extérieurs. Il est destiné à la vente au détail.

2.5.1.1. Le conditionnement sous film

▶ CONDITIONNEMENT SOUS FILM EN ATMOSPHÈRE VOISINE DE LA NORMALE SOUS PELLICULE PLASTIQUE IMPERMÉABLE À LA VAPEUR D'EAU, PERMÉABLE AUX GAZ ATMOSPHÉRIQUES (O_2, CO_2)

La coloration rouge vif à la surface est maintenue par la formation d'oxymyoglobine. La croissance microbienne est freinée par la réfrigération. La conservation est limitée à quelques jours.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

▶ CONDITIONNEMENT SOUS PELLICULE TOTALEMENT IMPERMÉABLE AVEC CONSTITUTION INITIALE D'UNE ATMOSPHÈRE INTERNE RICHE EN CO_2 PAR INJECTION DE GAZ : CONDITIONNEMENT SOUS ATMOSPHÈRE PROTECTRICE

Le CO_2 inhibe la flore aérobie stricte d'autant plus si le conditionnement est appliqué précocement après l'abattage.

2.5.1.2. Le conditionnement « sous vide »

Il se fait sous pellicule totalement imperméable aux gaz et à la vapeur d'eau.

▶ LES OBJECTIFS DU CONDITIONNEMENT SOUS VIDE

Ils sont au nombre de deux :
- *assurer une protection plus efficace* car les pellicules plastiques utilisées sont plus résistantes et se rétractent sur le produit ;
- *prolonger la conservation* des viandes de plusieurs semaines.

▶ LES EFFETS DU CONDITIONNEMENT SOUS VIDE SUR LA FLORE MICROBIENNE DE LA VIANDE

La pression en O_2 est très faible car il est consommé par le tissu musculaire et les bactéries. Il est alors progressivement remplacé par du CO_2. Ceci sélectionne une flore bactérienne particulière (lactobacilles) qui inhibe la prolifération des autres populations notamment celles qui composent la flore putréfiante.

De plus, l'absence d'O_2 réduit la myoglobine et la viande prend alors une couleur rouge foncé. À l'ouverture de l'emballage, la myoglobine s'oxyde à nouveau et la viande reprend sa couleur rouge vif.

Conclusion : économiquement, ce procédé est très intéressant : il augmente le temps de stockage, facilite le transport, réduit les pertes de poids dues à la déshydratation en chambre froide. De plus, les pertes en vitamines sont diminuées et le rancissement des lipides limité. Il y a cependant quelques pertes en nutriments hydrosolubles dans l'exsudat.

2.5.2. Les viandes congelées et surgelées

La viande doit être saine car ces procédés ne détruisent pas les micro-organismes mais empêchent seulement leur prolifération.

De plus, la congélation ou la surgélation ne doivent pas intervenir trop précocement lors de la transformation du muscle en viande.

La nucléation (c'est-à-dire la transformation de l'eau en glace) se fait à une vitesse variable en fonction de l'épaisseur du morceau, de la température…

La qualité de la viande congelée ou surgelée évolue peu au cours du stockage. C'est donc un bon moyen de conservation.

Cependant, lors de la décongélation, les qualités organoleptiques de la viande sont modifiées :
- il se produit une *exudation d'eau* ;
- la *couleur est modifiée* : la viande prend ainsi une couleur rouge sombre ;
- la *tendreté du morceau augmente*.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.5.3. Les viandes appertisées

C'est un moyen de conservation par la chaleur qui, grâce à la stérilisation, détruit les germes pathogènes.

La chaleur exerce différents effets sur la viande : elle *transforme le collagène en gélatine*, provoque un *gonflement de l'élastine*, engendre la *formation d'actomyosine* qui durcit la viande, entraîne un *dégagement de produits dissulfurés* et est responsable d'un *brunissement de la myoglobine* qui se transforme alors en ferrihémochrome.

3. *Les viandes des animaux de basse-cour : les volailles et les lapins*

3.1. Dénomination – réglementation

3.1.1. Définitions et appellations

3.1.1.1. Les coquelets

Ce sont des jeunes poulets mâles âgés de 4 à 8 semaines. Leur chair est tendre mais souvent insipide. On les consomme sous forme rôtie ou grillée.

3.1.1.2. Les poulets

- ***Les différents calibres***

– Calibres I, II, III : ils n'ont pas atteint leur maturité sexuelle et sont âgés de 6 à 16 semaines, sont riches en protéines, vitamines B (dont PP) et fer, sont pauvres en lipides et sont utilisés dans de très nombreuses préparations culinaires (rôtis, grillés, sautés…) ;

– Calibre IV : âgés de 4 à 6 mois, ce sont de très gros poulets mâles, utilisés comme des rôtis ou poêlés, braisés.

- ***Les classes de qualité***

Elles reposent sur l'examen de l'aspect extérieur de chaque carcasse.

– Classe A : le poulet est bien conformé et sa masse musculaire est bien équilibrée par rapport à la graisse. Il ne doit pas comporter ni fractures, ni déchirures, ni déboîtages… ;

– Classe B : il est moins bien conformé et la proportion muscle-graisses est moins bonne. Il peut avoir subi deux déboîtages ou fractures, des ecchymoses, des blessures ou des coupures seulement si cela ne porte par préjudice à sa consommation, sa présentation et sa conservation ;

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

– Classe C : le poulet ne peut pas être consommé en l'état. C'est pourquoi, il est utilisé pour l'industrie de transformation (potages, bouillons ou fonds de sauce déshydratés…).

• ***Les différentes dénominations des poulets***

– Poulets industriels : ils appartiennent à la classe A ou B. La qualité est constante et contrôlée mais ce sont des produits moyens au goût.

– Poulets labellisés : ils appartiennent uniquement à la classe A. Il existe deux appellations :

– le label rouge : l'alimentation ne contient pas de matières grasses ni de farines de poisson puisqu'elle est constituée de 70 % de céréales additionnées de tourteaux (de soja et tournesol ou de soja et farine de luzerne), de poudre de lait écrémé et de compléments en minéraux et vitamines. Les poulets vivent dans des grands bâtiments à fenêtres avec 10 poulets par m^2. Ils sont tués à l'âge de 81 jours ;

– le label rouge fermier : les poulets vivent de la même manière que les précédents sauf que pendant 29 jours ils bénéficient d'un parcours herbeux de 2 m^2 par sujet pour qu'ils puissent se dégourdir les pattes. Il en existe deux types : *le poulet fermier en plein air* (leur parcours est bien limité), et *le poulet fermier en liberté* (avec une complète liberté).

– Poulets dotés d'une appellation d'origine contrôlée (AOC) : les seuls poulets qui présentent une AOC sont les poulets de Bresse. Ils sont en liberté totale avec au minimum 10 m^2 de parcours herbeux par poulet pendant 9 semaines. Leur alimentation est naturelle et est constituée d'herbe, de petits mollusques, de maïs, de blé, d'avoine et de produits laitiers. Ils sont tués à 16 semaines.

3.1.1.3. La poularde

Elle est âgée de 5-6 mois et elle n'a pas atteint la maturité sexuelle et est exclusivement nourrie avec des céréales et des produits laitiers. Elle est d'abord en liberté puis engraissée dans la pénombre en épinettes le dernier mois. Sa chair est tendre, très blanche et au goût très fin. Elle est donc excellente mais un peu grasse.

3.1.1.4. Le chapon

Il est âgé de 6-7 mois. C'est un coq castré. Il devient ainsi deux fois plus gros que le jeune poulet et pèse environ 4 kg. Il est aussi nourri exclusivement de céréales et de produits laitiers. Il est en liberté puis engraissé en épinettes le dernier mois. Sa chair est très moelleuse et persillée. C'est pourquoi, il doit être cuisiné simplement afin de ne pas masquer la délicatesse de sa chair.

3.1.1.5. La poule

Elle est âgée de 18 à 30 mois. C'est la femelle du coq qui donne naissance aux poulets. Elle est élevée pour la ponte et tuée lorsque sa production d'œufs devient

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

trop faible. Elle est peu chère. Sa chair assez ferme nécessite une cuisson lente et prolongée (*exemple* : pochée). De plus, elle est un peu grasse.

3.1.1.6. Le coq

Il est âgé de 18 à 24 mois. C'est un male reproducteur. Sa cuisson nécessite une marinade (*exemple* : coq au vin).

3.1.1.7. La dinde fermière

Elle est âgée de 6 à 9 mois. Elle est élevée sur des parcours herbeux et nourrie exclusivement avec des céréales et des produits laitiers. Sa chair est assez coriace.

3.1.1.8. La dinde industrielle

Elle est âgée de 4 à 12 mois. Sa chair est de couleur blanche et tendre. Sa consommation est croissante.

3.1.2. L'état des volailles lors de la vente

Les volailles peuvent être vendues sous différentes formes :
- sous forme fraîche : la conservation doit se faire entre **+ 2 et + 4 °C** ;
- sous forme congelée : la conservation doit se faire à une température **≤ – 12 °C** ;
- sous forme surgelée : la conservation doit se faire à une température **≤ – 18 °C.** ;
- sous forme de découpes de volaille ; *exemples* : blanc, cuisse, escalope, 1/2 volaille, pilons, ailes…

3.2. Valeur nutritionnelle des animaux de basse-cour (tableau 34)

3.2.1. Le poulet

C'est la plus consommé des volailles. Ainsi, sa vente a connu une forte augmentation ces dernières années du fait de sont faible coût, de sa facilité de consommation et de mastication et de ses formes de présentation étendues. L'ESB a également contribué à son augmentation.

La teneur en lipides est variable en fonction du morceau :
- *filet* : 1 % de lipides sans la peau et 6 % avec la peau ;
- *cuisse* : 3 % de lipides sans la peau et 13,5 % avec la peau ;
- *peau* : 47,5 % de lipides.

La répartition des lipides est différente selon le mode d'élevage :
- *chez un poulet élevé de façon industrielle*, la partie grasse est visible, importante, et il est plus riche en acides gras saturés ;
- *chez un poulet élevé de façon traditionnelle*, la graisse est à l'intérieur du muscle.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 34 ■ Valeurs nutritionnelles moyennes de quelques animaux de basse-cour.

	Protéines (g/100 g)	Lipides (g/100 g)	Fer (mg/100 g)	kJ/100 g	kcal/100 g
Dinde	22	2,5	1	470	110
Canard	19,5	6	2	560	130
Lapin	20,5	5,5	1	560	130
Oie	29	17,5	3,5	1 160	280
Pintade	23,5	6,5	0,8	650	155
Poulet	22	4	1	530	125
Peau	10,5	47,5	–	1 990	480

La **teneur en cholestérol** est de **75 mg/100 g** en moyenne mais la peau seule en contient beaucoup plus.

3.2.2. La pintade

Ce sont des gibiers domestiques dont l'élevage est en expansion.

Elles ne peuvent pas être rôties car leur chair serait alors trop sèche. Elles seront donc cuites à l'étouffée.

Elles sont un peu plus riches en protéine et en lipides que le poulet.

Leur qualité gustative est aussi supérieure.

3.2.3. L'oie

C'est un produit de consommation exceptionnelle.

Elle est la plus riche en lipides de toutes les volailles.

Sa teneur en protéines et en cholestérol est aussi élevée.

3.2.4. Le canard

On consomme généralement les cuisses et les magrets (= filets de canard avec la peau).

Les produits dérivés du canard sont les magrets fumés, les rillettes, les pâtés, les confits…

Il est un peu plus riche en lipides que le poulet mais aussi un peu plus pauvre en protéines.

3.2.5. Le lapin

Son principal inconvénient est sa longue préparation due à sa forte teneur en collagène.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Il est peu consommé car non seulement c'est un animal domestique mais en plus sa chair contient beaucoup d'os de taille très petite. De plus, celle-ci s'assèche facilement.

Il a des teneurs protéiques et lipidiques proches de celles du poulet mais il est pauvre en cholestérol (50 mg/100 g)

3.2.6. La dinde

C'est la volaille la plus consommée après le poulet.

On la trouve aussi sous de nombreuses formes (cuisse, escalope, filet, aileron…) et, de la même façon que pour le poulet, on peut l'utiliser dans de nombreuses recettes : blanquette, paupiettes, rôtis et dindonneaux, rillettes, jambons…

Elle est légèrement plus pauvre en lipides que le poulet mais sa teneur protéique est identique. Sa teneur en cholestérol est quasiment identique à celle du poulet.

3.2.7. Conclusion : valeur nutritionnelle moyenne des volailles

Les teneurs moyennes en macronutriments sont les suivantes :

- **protéines = 22 %** ;
- **lipides = 5 % dont 75 mg de cholestérol/100 g** ;
- **glucides = négligeable**.

Le rapport collagène/protéines est faible ce qui leur confère une bonne digestibilité. De plus, les volailles sont des viandes maigres sans leur peau et riches en protéines de bonne valeur biologique. Elles sont cependant carencées en méthionine, cystéine et tryptophane.

La qualité des lipides est aussi appréciable :

- acides gras saturés : 35 % des acides gras totaux ;
- acides gras monoinsaturés : 45 % des acides gras totaux ;
- acides gras polyinsaturés : 20 % des acides gras totaux.

Les teneurs minérales et vitaminiques sont proches des viandes de boucherie à l'exception du fer puisque les volailles n'en contiennent en moyenne que 1,5 mg/100 g.

3.3. Les qualités bactériologiques des volailles

Les différents contaminants sont : *Pseudomonas*, entérobactéries, salmonelles, staphylocoques dorés, *Campylobacter*, *Listeria* et *Yersinia*. Les plus préoccupantes sont les salmonelles et les *Campylobacters*.

Les volailles entières doivent présenter une **estampille** soit sous forme de papier collée sur la carcasse soit sous forme de métal attachée à la peau. Les découpes et les produits transformés ne sont estampillés que dans les présentations préemballées (elles n'existent donc pas chez le boucher).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4. *Le gibier*

Le terme gibier désigne le produit de la chasse des animaux sauvages. Cependant, de plus en plus, ces animaux proviennent d'élevage ce qui permet d'obtenir une viande plus tendre mais souvent moins sapide car leur alimentation est différente de celle du gibier sauvage.

La viande de gibier se caractérise par une teneur en protéines d'environ 25 %. De plus, c'est une viande maigre (5 % en moyenne de lipides très insaturés) mais riche en acide urique. Le gibier sera donc fortement déconseillé chez les sujets souffrant de lithiases (troubles du métabolisme de l'acide urique).

Sa consommation est, de plus, exclue par la réglementation dans les établissements publics, universitaires et scolaires car elle a la réputation d'être difficilement digestible et de poser des problèmes d'hygiène. C'est pourquoi, il est conseillé de ne la proposer qu'aux grands enfants et aux adultes en bonne santé.

Traditionnellement, on suggérait de faire mariner le gibier avant sa cuisson afin d'attendrir sa chair et de faire disparaître un goût trop prononcé. Aujourd'hui, on réserve l'utilisation d'une marinade uniquement pour une bête âgée car chez l'animal jeune, ce procédé dénaturerait son fumet.

5. *Les abats*

Les abats (tableau 35) peuvent représenter jusqu'à 20 à 50 % du poids de l'animal vivant.

5.1. Les abats rouges

Ils sont appelés ainsi car ils sont en général de couleur rouge (sauf la *langue* et la *cervelle*). Ils comprennent aussi : le *foie, les rognons, le cœur, le mou* (poumons), la *rate, les ris*, les *glandes génitales*... et ils peuvent être vendus en l'état après réfrigération rapide dès la séparation avec la carcasse. Ils sont plus consommés que les abats blancs mais moins que les viandes de boucherie.

5.1.1. Le foie

Même si son prix est élevé, c'est l'abat qui reste le plus consommé. C'est un produit très fragile qu'il vaut mieux commercialiser sous forme surgelée. Il contient 2,5 % de glucides sous forme de glycogène puisqu'il représente son organe de réserve. Il est également très riche en minéraux, avec essentiellement le fer, le cuivre et le zinc, en vitamines A et B, et en cholestérol.

100 g de foie couvre ainsi environ :

- 45 % des apports en conseillés en fer chez la femme adulte ;
- 80 % des apports en conseillés en fer chez l'homme adulte ;
- 100 % des apports en conseillés en vitamine A chez la femme adulte ;
- 100 % des apports en conseillés en vitamine A chez l'homme adulte.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 35 ■ Valeur nutritionnelle des abats (en g ou mg/100 g).

Dénomination	Protéines	Lipides	Glucides	Minéraux	Vitamines	Remarques
Foie cru	20 % CUD = 96 % Facteur limitant = Isoleucine VB = 77 %	5 % Richesse en cholestérol = 360 mg/100 g	2,5 %	– Source très importante de **fer** héminique : 7,5 mg. – Bonne source de **Cuivre** et de **Zinc.**	Richesse en **vitamine A** et **vitamines B**	L'idéal est une consommation **d'une fois par semaine** mais attention à la richesse en cholestérol.
Rognons cuits	25 %	7 % Richesse en cholestérol = 520 mg/100 g	–	Richesse en **fer** : 9 mg	–	Richesse en **acide urique**
Cœur cuit	28 %	6 %	–	**Fer** : 7 mg	Richesse en vitamines B	–
Langue cuite	24 %	18 %	–	**Fer** : 3 mg	Pas de vitamine A, D, C Peu riche en vitamines B	–
Ris de veau (thymus)	32 %	4 %	–	**Fer** : 2 mg	–	Très riche en acide urique
Cervelle	12 %	12 % Richesse +++ en cholestérol : 2 500 mg	–	**Fer** : 2,5 mg	–	–
Tripes = gras double	17 %	3 %	–	–	–	Riches en collagène et élastine : très peu digeste
Tête de veau	Riche en collagène, visqueux et gélatineux					
Moelle = amourette	–	97 %	–	–	–	–
Boudin noir	Cf. charcuteries					
Moyenne	**22,5 %**	**5 %**	**–**	**Fer : 5 %**	–	–

5.1.2. Le cœur

Il contient une forte proportion de tissu fibreux ce qui peut le rendre assez ferme.

5.1.3. La cervelle

Elle a une composition très différente de celle des autres abats : ainsi, elle est pauvre en protéines et riche en lipides notamment en cholestérol.

La plus consommée est la cervelle du veau. Elle fut longtemps donnée aux enfants car les parents pensaient qu'elle rendait intelligent.

5.1.4. Les rognons

Ils doivent être préparés avec beaucoup de minutie car ils sont très fragiles.

Ils sont riches en acide urique d'où leur élimination dans le régime de la goutte.

5.1.5. La langue

Sa chair est très riche en collagène. Elle nécessite donc une cuisson d'au moins 5 heures. La partie avant est la plus riche en lipides qui atteint une teneur de 25 %. Il est donc déconseillé de la consommer.

5.1.6. Les ris ou thymus

C'est une glande présente uniquement chez le jeune animal (veau ou agneau) qui régresse avec l'âge et qui est située dans la région du cou. Elle est très riche en acide urique et est l'un des rares aliments d'origine animale à contenir de la vitamine C (environ 60 mg/100 g).

5.2. Les abats blancs

On les appelle ainsi car ils subissent un échaudage c'est-à-dire un trempage à l'eau bouillante ce qui leur donne leur couleur blanche. Ils regroupent les muscles lisses (estomac, intestin) et sont vendus sous l'appellation **tripes**. Ils sont très peu digestes de par leur richesse en collagène et en élastine.

6. Les issues

Elles sont très peu consommées.

On distingue :

- *la tête* qui se cuit en pot-au-feu (veau) ou rôti (agneau et mouton) ;
- *les pieds* : les plus consommés sont ceux du veau et du porc. Ils sont très riches en graisses, en collagène et ont une valeur protéique faible ;
- *les oreilles* de porc ;

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- *le museau* de veau ou de porc ;
- *la queue* de bœuf et de porc qui est très riche en lipides. ;
- *les gencives* de porc.

7. *Les produits de charcuterie*

C'est l'ensemble des préparations réalisées à partir de viande (essentiellement de porc) hachée additionnée de graisses, d'aromates, d'épices et ayant subis ou non une cuisson.

Ils ont mauvaise réputation car ils sont riches en graisses, en additifs et en sel. Cependant, de plus en plus, les animaux sont nourris différemment entraînant une diminution de la composition des charcuteries en lipides. De plus, des *charcuteries « légères » ou « allégées »* sont apparues avec une diminution de moitié de leur teneur en matières grasses. Les matières premières alors utilisées sont la viande de volaille ou les protéines de soja.

Il ne faut cependant pas condamner la charcuterie car elle fait partie du patrimoine gastronomique.

7.1. Classification des produits de charcuterie (tableau 36)

Tableau 36 ■ Classification des charcuteries.

Type de produit	Stockage	Exemples
Produits stables, secs, riches en sel	Quelques mois Ambiance sèche Température peu élevée	Saucisson sec Viande séchée : jambon cru
Produits partiellement déshydratés, Légèrement salés, Légèrement fumés ou non	Quelques semaines Réfrigération obligatoire	Porc fumé
Produits crus ou cuits non stabilisés	Réfrigération obligatoire Le conditionnement sous vide ou en atmosphère modifiée augmente le temps de conservation très limité	Pâté de foie, saucisse de Francfort

7.2. Modes de fabrication et de distribution

7.2.1. Les ingrédients d'origine carnée

7.2.1.1. Le maigre

C'est la partie comestible des carcasses d'animaux c'est-à-dire leur partie musculaire (*exemple* : c'est ce qui représente le « rouge » du saucisson).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

7.2.1.2. Le gras

On utilise généralement le gras de porc sauf dans les produits destinés à une clientèle spécifique (musulmans…) ou dans les produits allégés. Dans ces cas, on utilise de la graisse de bœuf, de volaille ou végétale.

7.2.1.3. Les abats

Les plus couramment utilisés sont le foie puis la cervelle, les rognons, les produits de triperie, le museau (pour les pâtés de tête).

7.2.2. Les ingrédients d'origine non carnée

Ils sont utilisés pour modifier le goût ou pour leurs propriétés technologiques.

7.2.2.1. Le sel

Il agit sur le goût. Il diminue aussi l'activité de l'eau de ces produits et a donc à un rôle bactériostatique.

7.2.2.2. Les sucres alimentaires

Exemples : saccharose, lactose, sirop de glucose… qui ne sont pas utilisés pour leur goût sucré mais comme agent de saumurage pour les salaisons. Ils favorisent la croissance de bactéries acidifiantes créant ainsi un pH acide qui favorise une bonne conservation et permet, grâce aux nitrites, la formation d'oxyde d'azote qui se fixe sur la myoglobine d'où la couleur rose de certaines charcuteries.

7.2.2.3. L'eau

Elle permet de dissoudre les composants hydrosolubles et crée la phase aqueuse des émulsions.

7.2.2.4. Les liants

Ils permettent non seulement de donner du goût mais sont aussi utilisés pour leur intérêt technologique en tant qu'émulsifiants, stabilisants et rétenteurs d'eau.

Ils peuvent être d'origine animale ou végétale (sous forme protéique ou amylacée).

7.2.2.5. Épices, aromates et condiments

Exemples : poivre, vinaigre, herbes…

7.2.3. Les additifs

Les différents additifs autorisés sont :

- les colorants ;
- les acidifiants ;
- les exhausteurs de goût ;
- les conservateurs (*exemples* : nitrates de potassium, nitrates de sodium et nitrite de sodium sous forme de sels nitrités (figure 17)) ;

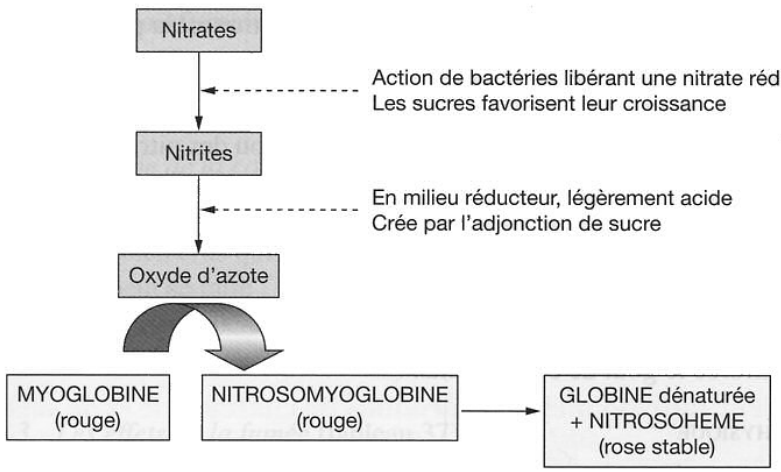


Figure 17 ■ Mode d'action des nitrates sur la myoglobine des produits de salaison.

- les antioxygènes :

– l'acide L ascorbique, qui possède les propriétés suivantes :

– c'est un *antioxydant* : il protège la myoglobine de l'oxydation ainsi que le rancissement des corps gras ;

– c'est un *réducteur* : il favorise la formation de nitrosomyoglobine en réduisant les nitrites ; il bloque ainsi les nitrites libres, limitant ainsi la formation des nitrosamines ;

– c'est un *stabilisant* : il assure la stabilité de la couleur de la nitrosomyoglobine formée en évitant son oxydation à la lumière et à l'air, ou son oxydation par les peroxydes formés à partir des lipides. Il freine aussi la formation de peroxydes ;

– l'acide érythorbique et son sel de sodium : ces antioxydants réduisent l'utilisation des nitrites de 20 à 25 % ;

- les agents stabilisants : ce sont les phosphates et polyphosphates qui sont essentiellement présents dans le jambon en lui permettant de garder l'eau et donc d'améliorer sa présentation ;
- les épaississants et les gélifiants : ils permettent de donner la consistance voulue pour chaque produit (*exemple* : les carraghénanes).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

7.3. Conservation des produits de charcuterie et de salaison

7.3.1. Par le sel : le salage

7.3.1.1. Principe de la conservation par le sel

Ce sont des semi-conserves qui doivent être réfrigérées et afin d'obtenir des produits stables au stockage on utilise deux techniques :

- *le salage* : il se fait par vaporisation de sel en surface ;
- *la salaison* : il se fait par diffusion de sel dans la masse du produit.

Le sel fond au contact de la viande et il provoque ainsi une perte d'eau d'où une diminution de son activité. Cependant, il donne aux aliments une couleur grisâtre d'où la nécessité d'additionner des nitrates et/ou des nitrites qui colorent la chair en rose.

7.3.1.2. Les effets du sel

▶ ACTION SUR LE GOÛT

Le sel renforce le goût de ces produits.

▶ ACTION PHYSIQUE

Grâce à la diminution de l'aw, il limite la croissance de la plupart des bactéries ainsi que les réactions enzymatiques du tissu.

▶ ACTION PARASITICIDE

Son action a lieu vis-à-vis des trichines, des tænias et d'autres parasites susceptibles de contaminer les viandes.

▶ ACTION BACTÉRIOSTATIQUE

Elle s'exerce sur certaines souches bactériennes en particulier le *Clostridium botulinum* et est renforcée par l'addition de nitrates.

▶ SÉLECTION DE MICRO-ORGANISMES

Le sel sélectionne des microcoques et des bactéries lactiques qui provoquent la formation de composés aromatisant.

▶ ACTION VIRULICIDE

Elle est variable car il semble que la matière grasse utilisée lors de la fabrication de ces produits protège les virus des effets du sel.

Conclusion : d'un point de nutritionnel, cette méthode donne des produits avec une teneur relativement élevée en sel (en moyenne 2,5 mg de sel/100 g de produit) ce qui oblige à limiter leur consommation lors de certaines pathologies ou

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

traitement (*exemples* : insuffisance rénale, insuffisance cardiaque, traitement aux corticoïdes...).

En ce qui concerne les autres nutriments, leur teneur reste inchangée.

7.3.2. Conservation par la fumée : le fumage

7.3.2.1. Définitions

On distingue :

- le **fumage ou fumaison** qui désigne l'action d'exposer à la fumée certaines denrées ;
- le **saurissage** qui désigne la conservation par fumage associé au saumurage.

7.3.2.2. Principe de la conservation par la fumée

C'est une méthode de tradition nordique ou germanique qui s'applique sur des produits aussi bien crus que cuits.

Ainsi, elle peut se faire :

- *à froid* : à des températures inférieures à 20 °C (la viande n'est alors pas cuite) ;
- *à chaud* : au-delà de 70 °C : la viande est cuite.

7.3.2.3. Les effets de la fumée (tableau 37)

La fumée contient au moins un millier de constituants responsables d'un goût et d'un arôme particulier mais elle possède aussi des propriétés bactériostatiques.

Tableau 37 ■ Les différents constituants de la fumée et leurs effets.

Principaux constituants de la fumée	Effets constatés
Aldéhydes	Grâce à leur propriété réductrices, ils favorisent la transformation des nitrates en nitrites.
Phénols, aldéhydes volatils, esters, alcools, acides, cétones...	Ils développent de l'arôme.
Phénols, aldéhydes, acide acétique, acide formique	Ils augmentent la conservation car ils sont antimicrobiens et antioxydants.

Conclusion : selon l'intensité de traitement, le fumage notamment lorsqu'il est associé au salage permet une conservation assez longue. Il est aussi recherché pour son effet organoleptique.

Cependant, la fumée contient des composés indésirables appelés des **hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA)** parmi lesquels 10 sont cancérigènes. Des recherches sont actuellement réalisées afin d'en limiter les apports.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Remarque : à la place de la fumée, on peut aussi utiliser seulement des extraits de fumée qui sont dépourvus de composés cancérigènes tout en conservant l'arôme des produits.

Les produits de fumaison contiennent aussi un grand nombre de constituants irritants pour les muqueuses notamment chez les sujets fragiles. Leur consommation doit donc se faire avec modération.

7.3.3. Conservation par le séchage

C'est une méthode très ancienne qui consiste à déshydrater le produit. À l'origine, elle se faisait à l'air ambiant, au soleil ou dans des caves, mais elle a été remplacée par une technique industrielle.

Ce procédé inhibe la prolifération bactérienne en abaissant la teneur en eau qui atteint au final 10 % (contre 70 % à l'origine). Mais il est aussi responsable d'un appauvrissement en minéraux, d'une augmentation de la valeur énergétique (elle est multipliée par un facteur d'environ 2,5 par rapport à la viande d'origine).

Exemple de produit conservé par le séchage : la viande de bœuf séchée, le jambon sec.

7.4. Valeur nutritionnelle des produits de charcuterie et de salaison

7.4.1. Valeur nutritionnelle des principales charcuteries

7.4.1.1. Les jambons

▶ LE JAMBON BLANC OU JAMBON CUIT

Exemples : jambon de Paris, jambon cuit à l'os…

Il est fabriqué avec le membre postérieur du porc. Il existe 3 niveaux de qualité du jambon cuit :

- le *jambon cuit supérieur* qui ne contient ni polyphosphate, ni gélifiant ce qui diminue la quantité d'eau du produit ;
- le *jambon cuit de choix* qui ne contient pas de gélifiant ;
- le *jambon cuit standard* dans lequel les gélifiants et les polyphosphates sont autorisés.

Il se caractérise par sa richesse en protéines (20 % en moyenne sauf pour le jambon standard : 12 %). Sa teneur en lipides varie en fonction de la présence ou non de gras périphérique. Ainsi, la teneur en lipides d'un jambon cuit avec couenne et gras périphérique varie de 7 à 15 % contre 3 % pour un jambon découenné, dégraissé.

C'est l'un des premiers aliments carnés proposés à l'enfant au cours de la diversification alimentaire car son goût et sa texture sont en général bien acceptés. Il reste aussi l'un des aliments les plus recommandés dans de nombreux

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

régimes : hypocalorique, réalimentation, régimes sans fibres et sans résidus. Cependant, il sera déconseillé dans les régimes hyposodés de par sa forte teneur en sel (2 g/100 g).

Mais n'oublions pas qu'il existe maintenant sur le marché des jambons cuits non salés ou à teneur en sodium réduite.

▶ LE JAMBON SEC

Exemples : jambon de Savoie, Bayonne, Auvergne…

C'est un jambon frotté au sel et soumis à une maturation/dessiccation dont la durée est variable. Elle est ainsi de :

- 210 jours minimum pour le jambon sec supérieur ;
- 130 jours minimum pour le jambon sec ;
- moins de 130 jours pour le jambon cru.

Le séchage du jambon entraîne une concentration des nutriments tels que les protéines dont le taux passe de 20 % à 27 % en moyenne. Il y a aussi une nette augmentation de la teneur en sel (environ 6 g/100 g) soit 3 fois plus que dans le jambon blanc.

La teneur en lipides est variable selon le dégraissage du jambon :

- *jambon sec supérieur entier* : 19 % ;
- *jambon sec supérieur dégraissé* : 8 %.

Elle est toutefois supérieure à celle du jambon blanc.

Les valeurs nutritionnelles dépendent aussi beaucoup de la qualité des jambons secs et de l'épaisseur du gras périphérique.

7.4.1.2. Les lardons

Ils sont élaborés à partir de poitrine de porc qui peut être fumée. Actuellement on arrive à obtenir des lardons plus maigres grâce à une sélection de la matière première et un parage plus important. Il est cependant conseillé de ne pas utiliser de matières grasses lors de la cuisson voire de les ébouillanter quelques minutes ce qui permet d'éliminer une grande partie de la graisse.

Ils contiennent 17 % de protéines, 20 % de lipides et 3 g de sel/100 g.

7.4.1.3. Les pâtés de foie et les pâtés de campagne

Les pâtés de foie sont fabriqués à partir de foie et de gras de porc ou d'autres espèces avec une quantité de foie qui doit être au moins égale à 20 % de la masse nette du produit. Il se présente sous forme homogène.

Les pâtés de campagne, eux, sont fabriqués à partir de viande, de gorge découennée, de foie, d'autres abats et de gras de porc. Ils se présentent sous forme d'un hachage grossier.

D'une manière générale, les pâtés sont riches en lipides : 29 % environ et un peu plus pauvre en protéines : 12 % environ mais leur teneur en sel n'est pas trop élevée : seulement 1,8 g/100 g.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

7.4.1.4. Les saucissons secs

Exemple : chorizo, saucisson d'Arles, salami…

Ils se composent de maigre de porc paré et dénervé, de gras de porc et d'une enveloppe. Ils sont riches en protéines (27 %) et en lipides (33 %) à cause du séchage qui concentre les nutriments. La teneur moyenne en sel est de 5 g/100 g.

7.4.1.5. Les saucisses à cuire

Exemples : chipolata, saucisse de Morteau, cervelas de Lyon…

Elles sont conçues à partir de porc ou d'autres espèces (bœuf, veau, mouton, volaille, lapin) et d'une enveloppe (boyau naturel ou collagénique). Elles sont moyennement riches en protéines (16 %) et contiennent en général moins de 25 % de lipides. La teneur moyenne en sel est de 2 g/100 g. Il est préférable de les griller sans matières grasses.

7.4.1.6. Les saucisses de Strasbourg et de Francfort

La saucisse de Strasbourg est pur porc alors que la saucisse de Francfort peut contenir, en plus du porc, du bœuf ou du veau. Elles sont fumées et cuites avant conditionnement. Elles sont de texture molle et sont faciles à préparer puisqu'elles ne nécessitent qu'une remise en température.

Elles contiennent 13 % de protéines, 26 % de lipides et 1,8 g de sel/100 g.

7.4.1.7. Les rillettes

Elles sont fabriquées à partir de viande de porc rissolée mais aussi à partir d'oie ou de canard. Elles peuvent être protégées d'une couche de graisse issue de la cuisson. Elles contiennent 15 % de protéines, 39 % de lipides et 1,5 % de sel.

7.4.1.8. Le boudin noir

Il se fabrique à partir de sang, de gras de porc, d'oignons et d'une enveloppe pour la cuisson.

C'est l'aliment le plus riche en fer : *19 mg/100 g* d'autant plus qu'il est de forme héminique. Il contient aussi 11 % de protéines, 26 % de lipides et 1,3 % de sel.

7.4.1.9. Le boudin blanc

Il est fait d'une « bouillie » à base de lait, d'œuf, de viande blanche, de lard gras et d'assaisonnements. Il contient 11 % de protéines, 17 % de lipides et 1,3 % de sel.

7.4.1.10. L'andouille et l'andouillette

Elles se fabriquent à partir de morceaux du tube digestif et de certains abats de porc.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Elles sont aussi riches en protéines que la viande : 18 % et contiennent 16 % de lipides et 2 % de sel.

L'andouillette doit être cuite (de préférence grillée sans ajout de matières grasses) alors que l'andouille est un produit prêt à consommer.

7.4.1.11. Le fromage de tête ou pâté de tête

Il se fabrique avec toutes les parties comestibles de la tête de porc (à l'exception de la cervelle) et éventuellement de gras de porc.

Sa valeur nutritionnelle est de : 16 % de protéines, 15 % de lipides et 1 % de sel.

7.4.2. Valeur nutritionnelle moyenne des charcuteries

Protéines = 17 %.

Glucides = 0 %.

Les teneurs en *lipides* étant très variables, il est difficile de faire une moyenne générale. Ainsi, on regroupera les charcuteries en fonction de leur teneur en lipides (tableau 38).

La répartition des acides gras est la suivante :

- acides gras saturés : 39 % des acides gras totaux ;
- acides gras monoinsaturés : 49 % des acides gras totaux ;
- acides gras polyinsaturés : 12 % des acides gras totaux.

Tableau 38 ■ Teneurs en lipides des charcuteries.

Types de charcuteries	Teneur moyenne en lipides (g/100 g)
Jambon cuit dégraissé, rôti de porc cuit, jambonneau cuit, épaule cuite dégraissée, filets de bacon	3,5
Jambon sec dégraissé	8,5
Fromage de tête	12,5
Jambon sec, andouille et andouillette, lardon, coppa, boudin blanc	17
Poitrine salée, poitrine fumée, pâté de gibier, pâté de lapin, pâté de canard	23
Saucisses, boudin noir, cervelas, mortadelle, saucisses à cuire, merguez, saucisson cuit, pâté de campagne	26
Pâté de foie, mousse de foie, rosette	31
Saucisson sec, saucisse sèche, rillettes, mousse de canard	37,5
Chorizo, foie gras	43

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Les charcuteries contiennent donc des quantités non négligeables en acides gras monoinsaturés mais elles restent riches en acides gras saturés. Les teneurs en *cholestérol* varient de 30 à 120 mg/100 g avec comme teneur la plus faible, le jambon cuit et la plus forte, le pâté de campagne. Ces teneurs sont cependant nettement inférieures à celles de l'œuf (400 mg/100 g), aux rognons (365 mg/100 g) et au beurre (240 mg/100 g).

La teneur en sel est très variable selon la méthode de fabrication utilisée. Cependant, les charcuteries restent contre indiquées dans les régimes sans sel malgré l'abaissement progressif de ce minéral depuis quelques années.

Elles contiennent aussi des quantités non négligeables de fer et participent ainsi à la couverture de nos besoins en ce minéral.

Conclusion : consommées en quantité raisonnable et à une fréquence d'une fois par semaine environ, les charcuteries nous apportent certains éléments indispensables à l'organisme en quantité intéressante tels que des protéines animales et du fer.

© Le Vecteur – La photocopie non autorisée est un délit

4

Les produits de la pêche

1. Définition – classification

Ce sont des produits d'origine animale que l'homme puise dans le milieu aquatique.

Ils regroupent :

- *les poissons* ;
- *les mollusques* ;
- *les crustacés*.

1.1. Les poissons

Depuis toujours, les poissons jouent un rôle important dans l'alimentation des êtres humains tout particulièrement des populations côtières. Ainsi, ils ont longtemps constitué une ressource abondante mais cette situation s'est radicalement transformée au cours du XX^{e} siècle puisque de très nombreuses espèces ont vu leur nombre diminuer de façon alarmante. Divers facteurs ont contribué à ce changement tels que la *pêche intensive*, la *pollution des eaux* et le *développement des techniques de pêche*. Cependant, l'élevage des poissons ou **pisciculture** actuellement en continuelle expansion, contribue à pallier ce phénomène. Malgré tout, la quantité de poissons consommés en France reste faible puisqu'elle représente seulement environ 225 g par habitant par semaine même si les moyens de conservation ont augmenté.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Les poissons peuvent être classés différemment selon :

1.1.1. Leur milieu d'origine (tableau 39)

On distinguera ainsi :
- *les poissons d'eau douce* ;
- *les poissons d'eau de mer* ;
- *les poissons d'eau mixte.*

Tableau 39 ■ Classification des poissons en fonction de leur milieu d'origine.

Poissons d'eau douce	Ablette Barbeau Brochet Carpe Corégone Gardon Goujon Hotu Loche	Lotte ou Baudroie Omble Perche Perche truitée Poisson-chat Sandre ou Doré Tanche Truite…
Poissons d'eau de mer	Alose Anchois Bar (Perche de mer ou Loup) Barbue Cabillaud (Morue si séché et salé) Carrelet ou Plie Chinchard Colin (Merlu) Congre (Anguille de mer) Dorade Églefin (Haddock si fumé) Éperlan Équille ou Lançon Espadon Flet Flétan Grondin Hareng Lieu Limande	Lotte de mer ou Baudroie Loup de mer Maquereau Merlan Mérou Mulet Murène Raie Rascasse Requin hâ Rouget barbet Roussette ou Chien de mer St Pierre Sardine Sole Tacaud Thon (rouge, germon, bonite, albacore) Turbot Vive…
Poissons d'eau mixte (en fonction de leur cycle sexuel)	Anguille Esturgeon Saumon	

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.1.2. La structure de leur squelette

Elle reflète leur date d'apparition sur la terre et leur filiation zoologique. Ainsi on distingue :

- *les poissons cartilagineux* : ce sont les premiers à être apparus sur terre (*exemples* : requins, raie, roussette…) ;
- *les poissons osseux* : ce sont des poissons plus évolués (*exemples* : anchois, merlu, saumon…).

1.1.3. Leur forme (tableau 40)

On peut ainsi classer les poissons en **trois groupes** :

- *les poissons ronds* ;
- *les poissons longs* ;
- *les poissons plats*.

Tableau 40 ■ Classification des poissons selon leur forme.

Poissons ronds	Tacaud Merlan Merlu Lieu Lingue (Julienne) Églefin	Morue Mulet Chinchard Bar Loup De Mer Lotte
Poissons longs	Anguille Congre Équille Roussette (Saumonette) Requin chien	
Poissons plats	Carrelet Flet Flétan Limande Plie Sole Turbot Raie	

1.1.4. Leur teneur en lipides (tableau 41)

Là encore, trois groupes peuvent être formés :

- *les poissons maigres* ;
- *les poissons demi-gras* ;
- *les poissons gras*.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 41 ■ Classification des poissons selon leur teneur lipidique.

Dénomination	% de matières grasses	Exemples
Poissons maigres	< à 3 %	
	< 1 %	Baudroie, Brochet, Cabillaud, Lieu, Lotte, Merlan, Morue, Perche, Raie
	1-3 %	Carrelet, Colin, Éperlan, Flétan, Limande, Merlu, Rascasse, Sole, Turbot
Poissons demi-gras	3-10 %	Anchois, Bar, Carpe, Espadon, Mulet, Rouget, Roussette, Sardine, Thon, Truite
Poissons gras	> 10 %	Anguille, Hareng, Maquereau, Saumon

1.2. Les mollusques

Ce sont des animaux dépourvus de squelette qui appartiennent donc aux invertébrés et dont le corps est mou.

Ils peuvent être :

- **Sans coquille** : les céphalopodes
  Exemples : encornet (ou calmar ou calamar ou chipiron), seiche, poulpe, petite pieuvre.
- **Avec coquille** : les coquillages

– *avec une seule coquille* : les gastéropodes
Exemples : ormeau (ou « oreille de mer »), patelle ou bernique, bigorneau (ou vigneau), bulot (ou bussin).

– *avec une coquille à deux valves* : les bivalves
Exemples : moule, coque, palourde (ou clovisse), coquille St Jacques, huître, pétoncle, praire, couteau, vanneau, clam.

1.3. Les crustacés

Ce sont des animaux aquatiques invertébrés dont le corps est recouvert d'une carapace dure qui tombe lors de la mue pour permettre à l'animal de grandir et repousse aussitôt. Les crustacés muent ainsi plusieurs fois dans leur vie.

La plupart des crustacés vivent dans la mer. Parmi eux, on trouve : le crabe, le tourteau (gros crabe), la crevette rose, le homard, la langouste, la langoustine,

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

l'araignée de mer, l'étrille, la gambas. Cependant, certains, telles que l'écrevisse et quelques espèces de crevettes (*exemple* : la crevette grise) et de crabes vivent en eau douce.

1.4. Autres animaux aquatiques

- **Les échinodermes** : l'oursin (ou châtaigne de mer ou hérisson de mer).
- **Les protocordés** : le violet (ou figue de mer) qui s'apparente à une grosse pomme de terre brune, noirâtre, à chair jaune vif.

Remarque : le terme « **fruits de mer** » s'applique à une préparation basée sur la chair des mollusques, crustacés et échinodermes.

2. *Composition et valeur nutritionnelle des poissons*

2.1. Structure des poissons

2.1.1. La partie comestible

Celle-ci est fonction de l'espèce et de la taille du poisson. L'étêtage et l'éviscération entraînent une perte de 20 à 30 % du poids total (voir jusqu'à 55 % pour les poissons à grosse tête). La peau, quant à elle, représente 2 % du poids du poisson. Par conséquent, la partie comestible représente environ 50 à 65 % de leur poids, ce qui explique le prix élevé du poisson frais et notamment des filets de poisson qui génèrent beaucoup de déchets.

Remarque : en plus de la chair, on peut aussi consommer les œufs et la laitance (ou sperme) de poisson.

2.1.2. La chair ou muscle du poisson

À l'opposé des viandes, les poissons présentent des fibres musculaires plus courtes et organisées en lamelles (appelés les myotomes) responsables d'une chair plus tendre.

De plus, la quantité de tissu conjonctif qui les unit est plus faible que dans les viandes. C'est pourquoi, les poissons n'exigent pas une cuisson prolongée et restent tendres.

Il existe deux types de muscles dans le poisson :

- *Les muscles blancs* :

Ils prédominent chez les espèces qui vivent sur les fonds du plateau continental c'est-à-dire qu'ils trouvent leur nourriture dans leur voisinage. Ils n'ont donc pas besoin de nager pendant longtemps. C'est pourquoi, ces muscles contiennent *peu de myoglobine et de lipides* et leur énergie de contraction est fournie par la glycolyse anaérobie.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

• *Les muscles rouges ou sombres* :

Ils sont importants dans la chair des espèces pélagiques (c'est-à-dire vivant dans des mers profondes). Ils sont *plus riches en vaisseaux sanguins, lipides, glycogène et myoglobine*. Leur métabolisme est aérobie ce qui leur permet de nager plus longtemps afin de trouver leur nourriture.

2.1.3. Le tissu conjonctif

Il contient surtout des fibres de collagène et peu d'élastine. Il commence à se gélatiniser à partir de 40 °C donc à une température inférieure à celle des viandes (80 °C). Le tissu musculaire du poisson est donc plus fragile c'est-à-dire plus sensible à la chaleur et aux traitements technologiques.

La baisse de pH qui fait suite à la rigidité cadavérique et à sa résolution est aussi plus faible et est obtenue en un temps plus court. En effet, ce pH atteint une valeur de 6,5 à 6,7 du fait de la faible quantité de glycogène épuisé rapidement lors de la capture très traumatisante. Il reste cependant trop élevé pour limiter la multiplication microbienne. C'est pourquoi, les règles d'hygiène devront être d'autant plus respectées.

2.2. Valeur nutritionnelle de la partie comestible des poissons

2.2.1. L'eau

La chair de poisson est souvent moins grasse que celle des animaux terrestres. Elle contient donc plus d'eau et atteint ainsi une teneur moyenne de 80 % sauf pour les poissons gras pour lesquels les valeurs atteignent 70 à 75 %.

2.2.2. Les protéines et dérivés azotés non protéiques

Les classes de protéines retrouvées chez les poissons sont identiques à celles des muscles de mammifères.

2.2.2.1. Étude quantitative

▶ LES PROTÉINES (figure 18)

• ***Classification des protéines :***

– *les protéines des fibres musculaires* :
– protéines des myofibrilles : elles sont en quantité plus importantes : 70 % contre 50 % dans les viandes. Même si la *myosine* varie d'une espèce de poisson à l'autre, elle est plus riche en groupement SH libres et plus sensible à la chaleur, aux enzymes protéolytiques ainsi qu' à la dessiccation que celle des viandes ;

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

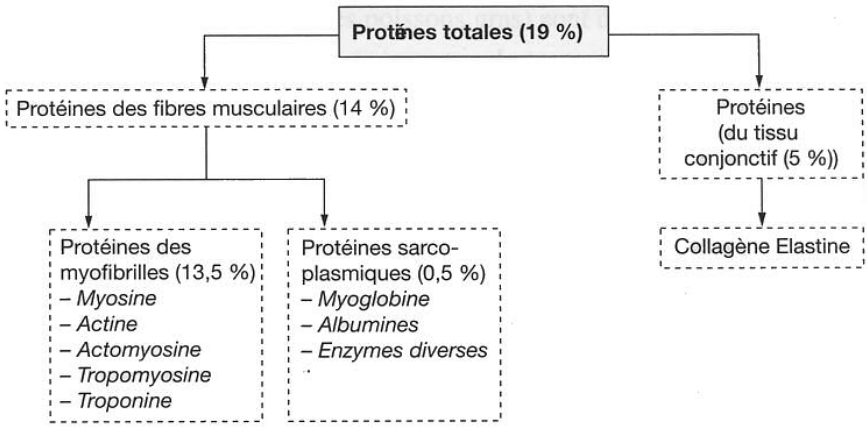


Figure 18 ■ Les différentes protéines du muscle de poisson.

– *les protéines du sarcoplasme* : de même que pour la myosine, elles sont spécifiques à chaque espèce. De plus, la *myoglobine* est dix fois plus représentée dans les muscles rouges mais quoi qu'il en soit, sa couleur évolue de la même manière que dans les viandes ;

– *les protéines du tissu conjonctif* : les poissons cartilagineux sont plus riches en collagène que les poissons osseux mais d'une manière générale, les poissons contiennent moins de tissu conjonctif que les viandes. Ils sont donc moins riches en collagène et en élastine que les viandes.

• ***Teneur moyenne en protéines des poissons***

On retiendra une teneur moyenne en protéines de 19 % pour les poissons avec comme valeurs maximales le thon pour lequel les valeurs atteignent 22 à 26 %.

Remarque : contrairement aux viandes, les poissons sont un groupe relativement homogène puisqu'ils présentent peu de facteurs de variation.

▶ LES MATIÈRES AZOTÉES NON PROTÉIQUES

Elles sont en quantité importante dans le poisson et se composent de :
– *acides aminés libres* avec notamment de l'histamine qui peut provoquer des risques d'allergie entraînant des possibilités de poussées d'urticaire ou d'eczéma. C'est pour cela que l'on évite de donner du poisson trop tôt aux enfants lors de la diversification alimentaire car leur seuil de tolérance n'est pas encore acquis ;
– *acides nucléiques, nucléotides* ;
– *bases azotées* ;
– *urée et ammoniac* ;
– *oxyde de triméthylamine* $(CH_3)_3NO$. Il est transformé en mono, di, triméthylamine par les bactéries de la flore banale de contamination.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.2.2.2. *Étude qualitative*

Étant donné que le poisson est plus pauvre en tissu conjonctif que la viande, la qualité de leurs protéines leur est supérieure. C'est pourquoi, leur CUD et leur VB sont excellents et ils ne présentent pas de facteur limitant. De plus, ils sont *plus riches en lysine* que les viandes.

2.2.3. *Les lipides*

2.2.3.1. *Étude quantitative*

La chair de la plupart des poissons est plus maigre que celle des viandes. La teneur en lipides de la chair des poissons varie avec :

- *les saisons* : leur taille et leur alimentation sont ainsi favorisées par le réchauffement des eaux ;
- *leur cycle de reproduction* ;
- *leur mode d'élevage* : les poissons peuvent être sédentaires (poissons d'élevage) ou migrateurs (poissons sauvages) ;
- *le morceau choisi.*

De plus, les lipides sont la forme essentielle d'énergie des poissons car ils utilisent mal les glucides. Cependant, un apport excessif de lipides dans leur alimentation entraîne leur dépôt exagéré dans leur chair.

2.2.3.2. *Étude qualitative*

Chez les *poissons maigres*, 65 % des acides gras sont représentés par des phospholipides situés dans les membranes des cellules musculaires.

Chez les *poissons gras*, les lipides sont pour la majorité situés dans les globules gras de réserve extracellulaire et les acides gras les plus représentés (environ 90 %) sont des triglycérides. C'est pourquoi, cette localisation diffuse des lipides dans les tissus les rend plus difficiles à parer que les viandes ou les poissons maigres.

Le foie des poissons gras est aussi très souvent riche en lipides. C'est pourquoi, on peut fabriquer des huiles à partir du foie de certains poissons (*exemple* : huile de foie de morue).

D'une manière générale, la répartition des acides gras est la suivante :

- *1/3 d'acides gras saturés* ;
- *1/3 d'acides gras monoinsaturés* ;
- *1/3 d'acides gras polyinsaturés.*

Ce profil leur confère donc des lipides de meilleure qualité que ceux des viandes puisqu'il se rapproche des apports nutritionnels conseillés.

Les *poissons gras* sont aussi riches en acides gras ω3 dont l'EPA et le DHA qui sont hypotriglycéridémiants. Leur teneur intéressante en acides gras ω6 leur permet aussi d'avoir des propriétés antiathérogènes et hypocholestérolémiantes.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Les poissons (en particulier les poissons gras) sont donc utiles à la prévention des maladies cardiovasculaires.

De plus, cette richesse en acides gras polyinsaturés permet aussi aux poissons de donner des huiles fluides à température ambiante.

Cependant, les acides gras des poissons peuvent être constitués de chaînes très longues (22 carbones et plus) responsables d'une *digestibilité moins satisfaisante* et d'un *rancissement plus rapide* nécessitant un stockage moins long.

Enfin, la teneur en cholestérol des poissons est généralement inférieure à celle des viandes puisqu'elle atteint une teneur moyenne de 50 mg/100 g.

2.2.4. *Les glucides*

La chair des poissons est encore plus pauvre en glucides que celle des viandes. De plus, le peu de glucides qu'elle pouvait comporter a, de toute façon, été épuisé lors de la capture très stressante.

2.2.5. *Les minéraux et les oligoéléments* (tableau 42)

La teneur en minéraux est globalement supérieure à celle des viandes de boucherie.

Tableau 42 ■ Teneurs moyennes en minéraux des poissons par comparaison à celles des viandes.

Minéral	Teneur moyenne des poissons (mg/100 g)	Teneur moyenne des viandes (mg/100 g)	Remarques
Fer	1	2,5	Cette teneur est assez faible mais comme pour les viandes, il est sous forme héminique et donc bien absorbé.
Phosphore	250	200	Les poissons, tout comme les viandes, participent à la couverture des ANC en ce minéral.
Calcium	20	10	Même si cette teneur représente le double de celle des viandes, les poissons restent pauvres en calcium.
Magnésium	25	20	Cette teneur reste aussi négligeable.
Potassium	300	350	Cette teneur est non négligeable.
Sodium	70 à 10	60	Contrairement aux idées reçues, les poissons, même marins, n'ont pas une teneur en sodium très élevée.
Oligo-éléments (Fluor, iode, sélénium)	Richesse : Exemple : 0,15 g d'iode soit 100 % des ANC	Pauvreté	Les poissons représentent notre principale source en iode mais ils sont aussi riches en oligoéléments d'une manière générale.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.2.6. *Les vitamines*

2.2.6.1. *Les vitamines hydrosolubles*

La teneur en vitamines du groupe B des poissons est proche de celle de la viande. Ils participent donc à la couverture des besoins en ces vitamines. Cependant, ils contiennent une *antivitamine B1*, la thiaminase mais qui, fort heureusement, est détruite par la cuisson. La consommation trop fréquente de poisson cru est donc déconseillée.

2.2.6.2. *Les vitamines liposolubles* (tableau 43)

Contrairement aux viandes, la chair des poissons contient aussi des vitamines liposolubles qui proviennent de leur alimentation. En effet, la chaîne alimentaire commence par le phytoplancton qui synthétise les vitamines A et D sous forme de provitamines. Le zooplancton consomme alors ce phytoplancton qui sera lui-même consommé par les poissons.

Tableau 43 ■ Teneurs en vitamines liposolubles des poissons demi-gras et gras.

Vitamine	Teneur moyenne des poissons demi-gras	Teneur moyenne des poissons gras	% de couverture des ANC avec la consommation de 150 g de poisson soit une portion moyenne
A	Négligeable	45 µg L'anguille contient de 250 à 2 500 µg de rétinol/100 g.	– Poissons gras : 10 %
D	6 µg	10 µg	– Poissons demi-gras : 100 % – Poissons gras : 100 %
E	1 mg	2 mg	– Poissons demi-gras : 12,5 % – Poissons gras : 25 %

Remarque : la vitamine D des poissons se concentre essentiellement au niveau de foie.

2.2.7. *Valeur énergétique des poissons*

Cette valeur reste donc en général inférieure à celle des viandes :
- *poissons maigres* : 400 kJ/100 g (95 kcal/100 g) ;
- *poissons demi gras et gras* : 550 à 1 250 kJ/100 g (130 à 300 kcal/100 g).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.3. Les conséquences de la cuisson du poisson, un exemple : le poisson au court-bouillon

Comme nous l'avons vu précédemment, la chair des poissons est plus fragile que celle des viandes. Les pertes à la cuisson seront donc plus importantes. Ainsi, en ce qui concerne :

- *Les substances hydrosolubles*, les pertes lors de la cuisson au court-bouillon sont les suivantes :

– en protéines : 6 à 7 % ;
– en dérivés azotés non protéiques : 30 % au moins ;
– en minéraux : 30 à 50 % selon leur solubilité.

On peut cependant limiter ces pertes en :

– évitant une montée lente en température et une surcuisson ;
– favorisant une coagulation superficielle en acidifiant le court-bouillon par ajout de jus de citron ou de vin blanc ;
– diminuant les phénomènes osmotiques grâce au salage de l'eau de cuisson.

- *Les substances liposolubles*, quant à elles, sont particulièrement entraînées dans le bouillon mais aussi éliminées en grande partie lors de la cuisson au grill, ce qui diminue fortement leur teneur dans les poissons gras et demi-gras.

Conclusion : les cuissons au four, à la vapeur, en papillote ou au micro-ondes sont donc à préférer car les pertes nutritionnelles restent limitées et la saveur du poisson est conservée d'autant plus que les bouillons sont rarement consommés contrairement à ceux des viandes.

2.4. Conclusion : intérêts nutritionnels de la consommation de poisson

Les poissons devraient être consommés **au moins trois fois par semaine en privilégiant les poissons demi-gras et gras**. Cependant, leur flaveur étant moins remarquable que celle des viandes, les préparations devront être additionnées le plus souvent d'aromates, de sauces…

De plus, leur faible teneur en collagène rend leur digestibilité stomacale supérieure à celle des viandes. Ils seront donc facilement conseillés à des sujets fragiles souffrant de certaines pathologies du tube digestif.

Ils peuvent être mis en équivalence protéique avec les viandes puisque **100 g de poisson est équivalent à 100 g de viande** même si en **équivalence comestible** : 150 g de poisson est équivalent à 100 g de viande.

3. *Les contrôles de la qualité sanitaire des poissons*

Ils sont effectués par l'**IFREMER** (Institut **f**rançais de **r**echerche pour l'**e**xploitation de la **mer**).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

3.1. Détermination de la dégradation chimique

Lorsque le poisson s'altère, il dégage une odeur caractéristique et putride liée à la décomposition des protéines ou à la transformation des dérivés azotés qu'il contient. Cette odeur est ainsi due à la libération d'ammoniac et d'amines volatiles dont la *triméthylamine*. C'est pourquoi, on dose pour chaque poisson son **taux d'azote basique volatil (ABVT)** qui représente donc un indicateur de fraîcheur puisque dès qu'il dépasse 40 mg d'azote pour 100 g, les poissons sont retirés de la vente.

La teneur en *histamine* est aussi contrôlée et ne doit pas non plus dépasser une certaine teneur.

3.2. Détermination de la dégradation organoleptique (tableau 44)

L'aspect extérieur du poisson évolue rapidement lors du stockage et reflète l'état de sa dégradation musculaire. Des normes communes de commercialisation ont donc été fixées pour les poissons frais ou réfrigérés. Ainsi, le **degré de fraîcheur** de chaque poisson est aussi défini à l'aide d'un *baromètre de cotation* et la moyenne arithmétique des *cotes d'appréciation* fournit le degré de fraîcheur suivant :

- *fraîcheur extra* $\geq 2{,}7$;
- *fraîcheur A* > 2 et $< 2{,}7$;
- *fraîcheur B* > 1 et < 2.

La nature du produit, son lieu de pêche et sa présentation (entier, vidé...) sont aussi pris en compte.

Conclusion : en pratique, lors de l'achat d'un poisson frais et entier, il faudra porter une attention particulière aux caractéristiques suivantes :

- les ouïes doivent être humides et rouge vif ;
- les yeux, pleins et brillants doivent être à fleur de tête ;
- la peau doit être luisante, nacrée, tendue et adhérer à la chair ;
- la chair doit être ferme et élastique ; elle ne doit pas être tachée, ni retenir l'empreinte des doigts et se séparer facilement des arêtes ;
- les écailles doivent être adhérentes, brillantes et intactes ;
- le ventre doit être ni gonflé, ni terne ;
- l'odeur doit être douce et agréable (une forte odeur de poisson indique un manque de fraîcheur).

3.3. Détermination de la contamination bactérienne

La surface de la peau du poisson est recouverte de mucus constitué de glycoprotéines contenant des acides aminés libres et de l'oxyde de triméthylamine.

Or, ce mucus ainsi que la peau, les branchies et le contenu intestinal des poissons sont riches en micro-organismes par rapport au muscle qui est stérile.

Après la pêche, les bactéries présentes dans le mucus et le tube digestif peuvent donc se répandre et se multiplier dans la chair des poissons d'autant plus que celle-ci a été ramollie par des enzymes endogènes (protéases) et par un pH relativement élevé.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 44 ■ Les barèmes de cotation de l'état de fraîcheur des poissons fixes dans le cadre de la communauté européenne.

Objets d'examen		N° des caractéristiques	Critères et cotes d'appréciation			
			3	2	1	0
Peau	Couleur	I a	Pigmentation vive et chatoyante ; pas de décoloration	Pigmentation vive mais sans lustre	Pigmentation en voie de décoloration et ternie	Pigmentation terne (1)
	Mucus	I b	Aqueux et transparent	Légèrement trouble	Laiteux	Opaque
Œil	Forme	II a	Convexe (bombé)	Convexe et légèrement affaissé	Plat	Concave au centre (1)
	Cornée	II b	Transparente	Légèrement opalescente	Opalescente	Laiteuse
	Pupille	II c	Noire brillante	Noire ternie	Opaque	Grise
Branchies	Couleur	III a	Brillantes	Moins colorées	Se décolorant	Jaunâtres (1)
	Mucus	III b	Pas de mucus	Traces légères de mucus clair	Opaque	Laiteux
Péritoine		IV	Adhérent totalement à la chair	Adhérent	Peu adhérent	Non adhérent (1)
Organes		V	Reins et résidus d'autres organes rouge brillant, de même que le sang à l'intérieur de l'aorte	Reins et résidus d'autres organes rouge mat ; sang se décolorant	Reins, résidus d'autres organes et sang rouge pâle	Reins, résidus d'autres organes, sang brunâtre (1)
Branchies, peau, cavité abdominale		VI	Odeur d'algue marine	Ni algue, ni mauvaise	Légèrement aigre	Aigre (1)
Chair	Consistance	VII a	Ferme et élastique	Élasticité diminuée	Légèrement molle (flasque), élasticité diminuée	Molle (flasque) (1)
	Surface	VII b	Lisse	Lisse	Cireuse (veloutée) et ternie	Écailles se détachant facilement, surface granuleuse
	Couleur	VII c	Bleuâtre, translucide, lisse et brillante, sans aucun changement de la coloration originale	Veloutée, cireuse, feutrée, couleur légèrement modifiée	Légèrement opaque	Opaque (1)
Colonne vertébrale	Couleur	VIII a	Pas de coloration	Légèrement rose	Rose	Rouge (1)
	Adhérence à la chair	VIII b	Se brise au lieu de se détacher	Adhérente	Peu adhérente	Non adhérente (1)

(1) Ou dans un stade d'altération plus avancé.

Pour limiter cette contamination, les poissons doivent donc être soumis le plus rapidement possible après leur capture à l'action du froid entre 0 °C et + 2 °C grâce à une réfrigération sous glace. La glace utilisée doit être fabriquée avec de l'eau potable et se présenter sous forme d'écailles ou de neige afin de ne pas léser la chair du poisson.

Celui-ci garde ainsi toutes ses qualités pendant une à deux semaines alors qu'il se détériorerait en 4 à 48 heures s'il restait à température ambiante.

La durée des pêches industrielles étant de 12 à 14 jours, cette conservation sous la glace est donc indispensable de même que l'éviscération qui est aussi souhaitable.

Conclusion :

Les poissons doivent donc être exempts de micro-organismes pathogènes ou de toxines dangereuses pour la santé. Le dénombrement de ces micro-organismes est donc aussi une indication de l'état de fraîcheur de la chair des poissons.

C'est pourquoi, des contrôles qualité tels que des *analyses microbiologiques* sont réalisés lors de la commercialisation et par les usines de transformation à l'arrivée des poissons. Ils permettent ainsi d'éviter :

- *une intoxication histaminique* : l'histamine étant libérée par une décarboxylase produite par des bactéries mésophiles à partir de l'histidine contenue dans la chair de poisson ;
- *une intoxication botulinique* qui est due à *Clostridium botulinum* qui est un hôte normal du tube digestif des poissons ;
- *une toxi-infection* due à *Staphylococcus aureus* ;
- *une gastro-entérite* due à *Vibrio parahaemolyticus* qui est un germe trouvé chez les poissons d'eaux chaudes et lagunaires.

3.4. Détermination de la contamination chimique

3.4.1. Par des métaux lourds

Exemples : mercure, cadmium, plomb, étain, aluminium, nickel…

Pour qu'une intoxication se manifeste, il faut une absorption en très grande quantité et pendant une longue période par des poissons pêchés dans des zones où la concentration en métaux lourds est forte. On déterminera cependant des taux maximums de métaux lourds par kg de poisson frais.

3.4.2. Par des hydrocarbures et des pesticides

Ils se concentrent dans les lipides du poisson. En grande quantité, ils lui donnent un goût désagréable de telle sorte que les poissons doivent être exclus du marché.

Conclusion :

Le risque d'intoxication par ces substances d'origine chimique reste rare, sauf si les poissons sont pêchés aux abords immédiats de déverses nocifs en mer ou en eau douce.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

La contamination varie en fonction de l'âge du poisson et de son habitat. Ainsi, plus un poisson est âgé, donc gros, plus il sera affecté par la qualité de son habitat. Généralement, les poissons d'eau douce sont plus contaminés que les poissons de mer. De plus, les poissons prédateurs (c'est-à-dire qui ne nourrissent eux-mêmes de poissons) ou ceux à chair grasse sont particulièrement touchés.

3.5. Détermination de la contamination par des vers parasites

3.5.1. Par les larves de tænia Bothriocéphale

Elles contaminent les poissons d'eau douce des lacs européens.

3.5.2. Par les larves d'un Ascaris : l'Anisakis

Elles contaminent les poissons de mer (surtout les gros poissons).

Conclusion : un *contrôle visuel* des produits de la pêche en vue de la recherche des parasites doit donc être assuré. Cependant, leurs larves sont détruites par une forte cuisson ou une congélation à – 20 °C pendant au moins 24 heures.

3.6. Détermination de la contamination par des biotoxines marines

Certains poissons des mers tropicales peuvent présenter une toxicité périodique en liaison avec l'ingestion de certaines phytotoxines. Cette toxicité concerne les poissons pélagiques ayant consommé des poissons du plateau continental.

4. Les différentes technologies permettant la conservation du poisson

4.1. Les méthodes traditionnelles

4.1.1. Le salage

Il se pratique essentiellement sur :
- *le cabillaud* avec une teneur en sel proche de 30 %. On obtient alors de la **morue** ;
- *les anchois* : on obtient le **nuoc-mâm** qui est un autolysat de poisson autodigéré par ses propres enzymes ;
- *les œufs de poissons* pour lesquels on utilise un salage en saumure ce qui évite l'oxydation des lipides.

4.1.2. Le fumage

Associé au salage, il est fréquemment utilisé pour de nombreuses variétés de poisson telles que le saumon, la truite, le hareng, l'églefin (ou hadock).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Il fait perdre une partie de la teneur en eau des poissons accroissant la concentration en nutriments et notamment en protéines et en sel.

4.1.3. Le marinage

Ce sont des semi-conserves marinées dans l'acide acétique, le vinaigre ou le vin blanc qui détruisent les parasites, dénaturent les protéines et attendrissent les tissus. Ceci permet d'abaisser le pH à moins de 4,5 ce qui inhibe les germes pathogènes dont *Clostridium botulinum*. Le traitement par la chaleur augmente aussi la destruction des bactéries (sauf les bactéries lactiques) et leurs toxines.

4.2. L'appertisation

Les conserves de poisson sont variées et largement consommées. L'appertisation se fait dans des conserveries situées dans ou près des ports de pêche.

Il existe différents types de conserve :

- *les conserves au naturel* (figure 19) ;
- *les conserves à l'huile* ;
- *les conserves à la tomate ou dans une sauce cuisinée*.

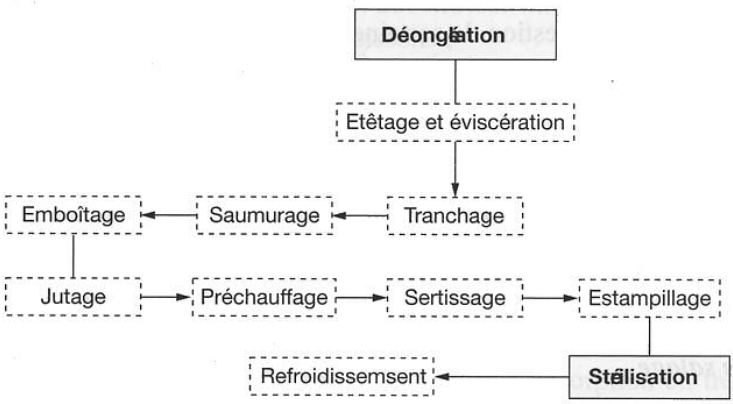


Figure 19 ■ Les étapes de la fabrication du thon appertisé au naturel.

La qualité nutritionnelle du produit de départ est peu modifiée. Il y a cependant diffusion des vitamines liposolubles dans le liquide de couverture des conserves à l'huile et la diffusion des vitamines hydrosolubles (30 à 35 %) dans l'eau salée des conserves au naturel. Ce type de produit est aussi plus riche en sel. De plus, des pertes en vitamine B_1 et vitamine B_9 sont provoquées par la chaleur.

Remarque : la teneur lipidique du produit peut aussi varier en fonction du type de poisson utilisé – ex : le thon blanc est plus gras que le thon albacore.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4.3. La congélation ou la surgélation

4.3.1. Variété des produits congelés ou surgelés

Le poisson congelé ou surgelé est vendu sous diverses formes :
- poissons entiers ou étêtés ;
- filets de poisson ;
- filets panés et carrés panés (la panure pouvant représenter jusqu'à 28 % du produit) ;
- steak de poisson, ;
- préparations élaborées à base de poisson : beignets, croquettes, brandades, gratins, plats cuisinés...

Remarque : les poissons ont été les premiers à être présentés en plats cuisinés surgelés et ont été aussi les précurseurs des plats allégés cuisinés surgelés.

4.3.2. Un exemple de commercialisation : les différentes étapes de la fabrication de filets ou de carrés de poisson pané

1) Préparation du poisson par lavage, tri, éviscération et étêtage
2) Filetage
3) Parage des filets
4) Congélation ou surgélation
5) Sciage pour les carrés
6) Panure des filets ou des carrés

4.3.3. Les conséquences de la congélation ou de la surgélation

4.3.3.1. Pour les poissons demi-gras et gras

Du fait de la quantité et de la qualité de leurs lipides, le rancissement est important au cours du stockage d'où une conservation limitée à un ou deux mois. De plus, les produits d'oxydation des lipides libérés lors du stockage peuvent à leur tour oxyder certains acides aminés ce qui diminue la valeur nutritionnelle des poissons puisque ces acides aminés sont devenus indisponibles (*exemples* : acides aminés soufrés, lysine, tryptophane).

On peut limiter le rancissement en entreposant les poissons à une température plus basse et en les mettant à l'abri de l'oxygène.

La présence de sel accélère l'auto-oxydation.

4.3.3.2. Pour les poissons maigres

C'est surtout la structure des protéines musculaires qui est affectée par le froid. Les poissons maigres supportent aussi une plus longue congélation (2 à 3 mois) car ils rancissent moins rapidement.

Conclusion :

Les qualités organoleptiques du poisson congelé ou surgelé restent cependant assez proches du poisson frais. De plus, ce mode de conservation permet non

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

seulement de lui garantir des qualités sanitaires mais aussi de consommer du poisson en dehors des périodes d'abondance (tableau 45).

Tableau 45 ■ Les périodes d'abondance des principaux poissons.

Périodes d'abondance												
Mois / Poissons	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Baudroie	•	•	•				•	•	•	•	•	•
Cabillaud	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Cardine	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•
Carrelet (Plie)	•	•	•									•
Chinchard			•	•	•	•	•	•	•	•		
Congre	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Dorade	•	•	•				•	•	•	•	•	•
Églefin	•	•	•	•						•	•	•
Grondin gris	•	•	•	•					•	•	•	•
Hareng	•	•					•	•	•	•	•	•
Lieu	•	•	•	•						•	•	•
Limande	•	•	•	•							•	•
Lingue	•	•	•	•						•	•	•
Maquereau		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Merlan	•	•	•	•				•	•	•	•	•
Mulet	•	•	•	•					•			
Raie	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Roussette	•	•	•					•	•	•	•	•
Sardine						•	•	•	•	•	•	
Sole	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Tacaud	•	•	•	•	•	•						
Thon						•	•	•	•	•		

5. *Les mollusques et les crustacés*

5.1. Les mollusques

5.1.1. Partie comestible des coquillages (mollusques avec coquille)

Celle-ci est faible et atteint 35 à 45 % en moyenne sauf pour les huîtres pour lesquelles elle atteint seulement 20 % (10 à 15 huîtres ne donnant que 100 g de chair).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

5.1.2. Qualités nutritionnelles des mollusques

Leur *teneur en protéines* est en général plus faible que celle du poisson avec une moyenne de 16 %. De plus, leur VB est moindre. La *teneur lipidique* est peu importante avec 1,3 % de moyenne.

Ils ont cependant une teneur non négligeable en cholestérol (100 mg/100 g) même si celui-ci n'interviendrait pas dans l'élévation de la cholestérolémie. Ils sont aussi plus riches que les poissons en minéraux, surtout en magnésium, calcium, sodium et oligoéléments (iode et fluor en particulier). Ainsi, ils peuvent contenir plus de 300 mg de sodium d'où la nécessité de contrôler leur consommation lors de certains régimes hyposodés.

5.1.3. Pathologies transmises par les mollusques

Les *céphalopodes* s'altèrent comme les poissons : leur entreposage et leur commercialisation doivent donc aussi se faire entre 0 °C et + 2 °C.

Certains *coquillages* (bigorneaux et huîtres) contiennent environ 5 % de glucides sous forme de glycogène. C'est pourquoi, si leur conservation est incorrecte, ils pourront subir une fermentation responsable d'un abaissement du pH. Pour éviter ce phénomène, ils doivent être maintenus vivants entre + 5 °C et + 15 °C.

De plus, les coquillages filtrent en moyenne 5 litres d'eau de mer par heure et concentrent ainsi des substances toxiques tels que des métaux lourds et des pesticides accumulés au niveau des fleuves côtiers. Ils feront donc l'objet de critères microbiologiques réglementaires pour être reconnus propres à la consommation.

Ils peuvent aussi retenir les virus de la poliomyélite et de l'hépatite A ainsi que des bactéries pathogènes responsables de typhoïde et de gastro-entérites. Ces micro-organismes peuvent demeurer un mois dans l'eau de mer et plus de 5 mois dans les coquillages contaminés sur le lieu de production. Un contrôle sanitaire strict est donc là encore nécessaire.

Remarque : plus que les crustacés et surtout que les poissons, les mollusques peuvent être, du fait de leur composition protéique, à l'origine d'allergies alimentaires.

5.2. Les crustacés

5.2.1. Partie comestible et valeur nutritionnelle des crustacés

La partie comestibles est inférieure à 50 % du produit (30 % pour la langouste, 45 % pour les crevettes). La quantité et la qualité des protéines de la chair des crustacés sont comparables à celle des poissons. Les dérivés azotés sont aussi en quantité importante. Leur teneur en lipides est proche de celle des poissons maigres avec 2 % en moyenne.

Cependant, leur teneur en cholestérol est plus élevée (120 mg/100 g en moyenne) mais celui-ci est localisé dans la tête, partie peu souvent consommée.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit.

Les minéraux sont mieux représentés que dans les poissons (notamment le zinc et le cuivre) et la teneur en sodium est forte (300 mg en moyenne).

Ils sont aussi une excellente source de vitamines B_3 et B_{12}.

5.2.2. Contamination des crustacés

La flore bactérienne et l'évolution de la chair des crustacés se rapprochent des poissons. La chair de crustacés morts est ainsi rapidement périssable et génératrice de composés désagréables à odeur putride. C'est pourquoi, ils sont conservés vivants ou congelés crus ou cuits. La décongélation doit avoir lieu juste avant la consommation.

Des critères microbiologiques et le dosage de l'ABVT sont aussi utilisés pour préciser leur qualité mais consommés cuits, ils sont rarement à l'origine de toxi infections alimentaires.

Ils peuvent aussi provoquer des réactions allergiques chez certaines personnes sensibles notamment des migraines.

6. Nouvelles préparations à base de produits de la pêche

Il s'agit de la « charcuterie de poisson » qui regroupe des produits transformés, assaisonnés, restructurés à partir de morceaux importants ou finement broyés et cuits de différents poissons. *Exemples* : pains, boudins, mousses de poisson, surimi, œufs de poisson…

Il existe différentes variétés d'œufs de poisson :
- les œufs de saumon ;
- les œufs de truite ;
- les œufs de lumpe issus du poisson éponyme ;
- les œufs d'esturgeon servant à la fabrication du caviar ;
- les œufs de cabillaud séché servant à la fabrication du tarama.

Le **surimi** est fabriqué à partir d'une pâte de chair de poisson à laquelle on ajoute de l'eau, de l'amidon, du blanc d'œuf, du glutamate et de la saveur naturelle ou artificielle.

La valeur nutritionnelle du surimi est la suivante :
- protéines : 12,5 % ;
- lipides : négligeables ;
- glucides : 6 %.

Il existe aussi de plus en plus sur le marché des « **pâtisseries de la mer** » tels que les fonds de tartes garnis de poisson ou de coquillage.

Remarque : très souvent, même si ces produits sont classés dans le rayon poissonnerie, ils n'ont pas les mêmes vertus que les poissons dont ils sont issus et sont même très souvent composés de tout, sauf de poisson !

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

5

Les œufs et les ovoproduits

1. Définitions à partir des règlements de l'union européenne

1.1. Les œufs

1.1.1. Les œufs

Ce sont les œufs de poule en coquille, propres à la consommation en l'état ou à l'utilisation par les industries de l'alimentation humaine, à l'exclusion des œufs cassés, couvés et cuits. Tout œuf provenant d'un oiseau autre que la poule doit être désigné par la dénomination « œuf » suivie du nom de l'oiseau dont il provient.

1.1.2. Les œufs fêlés

Ce sont les œufs dont la coquille est abîmée mais ne présente pas de rupture de membranes.

1.1.3. Les œufs cassés

Ce sont les œufs présentant des défauts de la coquille et des membranes entraînant l'exposition de leur contenu.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.2. Les ovoproduits

1.2.1. Les ovoproduits

Ce sont de nouvelles formes de présentation, de conservation et de commercialisation des œufs hors coquille propres à la consommation humaine. Ils sont obtenus par le cassage d'œufs de poule, de pintade, de canne, de dinde, d'oie ou de caille et sont constitués de la totalité ou d'une partie seulement du contenu de l'œuf.

Ils peuvent être partiellement complétés par d'autres denrées alimentaires (*exemple* : sel, sucre...) ou additifs alimentaires mais les seuls traitements autorisés sont la *réfrigération* et éventuellement la *dessication*, la *concentration* ou la *congélation*.

Ils sont vendus selon différentes présentations commerciales :

- *Ovoproduits liquides réfrigérés* sous forme :
  - d'œufs entiers ;
  - de jaunes et de blancs séparés.
- *Ovoproduits congelés ou surgelés* sous forme :
  - d'œufs entiers (+/– sucrés ou salés) ;
  - de jaunes purs (+/– sucrés ou salés) ;
  - de blancs purs (+/– salés).
- *Ovoproduits concentrés*

Ils sont obtenus en éliminant une partie de l'eau par ultrafiltration. Ils peuvent être éventuellement salés ou sucrés.

- *Ovoproduits séchés* sous forme :
  - de poudre ;
  - de paillettes ;
  - de granulés.

1.2.2. Les ovoproduits transformés

Ils ont subi un traitement autre que ceux cités précédemment entraînant une modification de leurs qualités organoleptiques. C'est pourquoi, d'un point de vue réglementaire, ils appartiennent à la catégorie des plats cuisinés.

On trouve ainsi dans cette catégorie :

- les œufs cuits, écalés (pochés, mollets, durs) ;
- les œufs durs en saumure liquide ;
- les œufs durs en rouleaux congelés ;
- les préparations pour omelette ;
- les œufs brouillés.

2. *L'œuf en coquille*

2.1. Structure

L'œuf ou **ovocyte** est une cellule géante entourée de ses protections (figure 20).

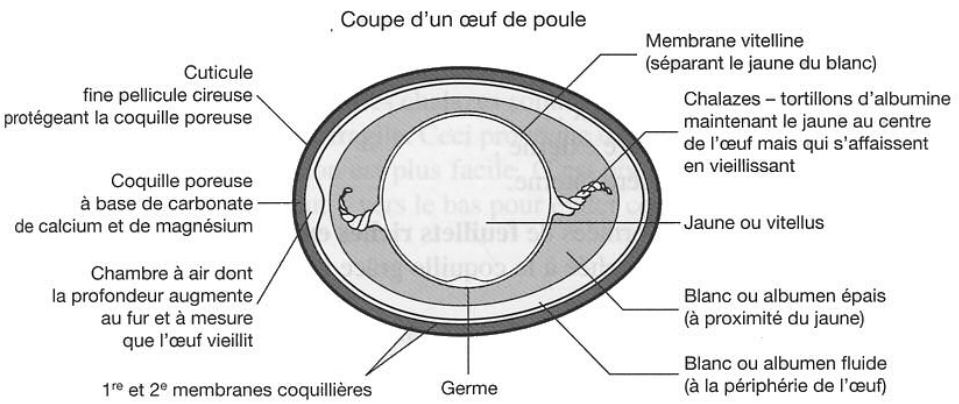


Figure 20 ■ Coupe schématique d'un œuf.

2.1.1. La coquille

C'est **l'élément protecteur** de l'œuf. Sa couleur peut être blanche, tachetée ou uniformément pigmentée. Ainsi, elle varie en fonction :

- de la race de la poule (caractères génétiques spécifiques) ;
- de son alimentation ;
- de l'époque de la ponte.

Elle représente **10 % du poids de l'œuf** et pèse ainsi environ **6 g** (pour un œuf moyen de 60 g).

Elle est constituée de :

- *matières minérales* (65 %). En effet, elle contient au niveau de sa partie spongieuse (la plus importante quantitativement) des cristaux de carbonate de calcium (94 %), de magnésium (1,5 %) et d'un peu de phosphate. C'est ce réseau protéique et la teneur en magnésium qui sont responsables de sa dureté ;
- *matières organiques* (33 %) essentiellement représentées par des protéines ;
- *eau* (1,6 %).

Quant à sa solidité, elle est fonction de la pondeuse (âge, race) et de son alimentation. Ainsi, plus l'alimentation de la poule sera riche en calcium et plus la coquille sera solide.

La coquille est aussi poreuse c'est-à-dire qu'elle est traversée par de nombreux pores (plus de 10 000 de 6 à 40 µm de diamètre chacun). Ces pores sont recou-

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

verts par une **cuticule** qui est une couche protectrice de nature protéique qui laisse passer les gaz et la vapeur d'eau ce qui permet la respiration de l'embryon lorsque l'œuf est fécondé.

Cependant, des micro-organismes peuvent, par des fissures sur la cuticule, pénétrer dans l'œuf et le contaminer. Ces fissures peuvent être dues au stockage qui dessèche la cuticule.

2.1.2. Les membranes coquillières

Elles sont au nombre de deux :
- la membrane coquillière externe ;
- la membrane coquillière interne.

Elles sont toutes deux formées de **feuillets riches en kératine** et la membrane coquillière externe est accrochée à la coquille grâce à des ponts formés par cette protéine.

Ces membranes ont un rôle protecteur vis-à-vis des contaminations.

2.1.3. Le blanc ou l'albumen

Il représente **60 % du poids de l'œuf** et pèse ainsi environ **36 g** (pour un œuf moyen de 60 g). Sa composition n'est pas homogène puisqu'il est constitué du :
- *blanc liquide externe* (23 % du blanc total) ;
- *blanc liquide interne* (17 % du blanc total) ;
- *blanc dense* (57 % du blanc total) qui reste accolé au jaune lorsque l'œuf est cassé. Il est aussi traversé par des filaments plus épais, les **chalazes** (ou tortillons d'albumine) qui correspondent à une continuité du blanc très ferme recouverte par la **membrane chalazifère**. Cette dernière est elle-même un prolongement de la **membrane vitelline**. Les chalazes maintiennent le jaune au centre de l'œuf.

Le blanc est aussi riche en CO_2 à **rôle antimicrobien** mais dont la teneur diminue lors du vieillissement de l'œuf. Cependant, pour limiter la contamination microbienne, lors du vieillissement, le pH de blanc d'œuf frais qui était de 7,4 s'élève alors au-delà de 9 ce qui le rend peu favorable au développement microbien.

2.1.4. Le jaune ou vitellus

C'est un tissu de réserve qui est source de nutriments pour la croissance de l'embryon.

Il est coloré par des pigments vitaminiques (ovoflavine) et des xanthophylles jaunes (sans propriétés vitaminiques) qui proviennent de la nourriture ingérée par la poule. Ainsi, plus une poule mange d'herbe verte, de maïs ou de produits à base de carotènes et de flavones, plus les jaunes auront une teinte foncée. De plus,

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

une poule vivant en plein air, pondra des œufs dont les jaunes seront souvent plus foncés que si elle vivait enfermée.

Le jaune est constitué de couches concentriques claires et foncées contenant des particules dispersées dans une phase aqueuse. Le poids du jaune est d'environ **18 g** soit **30 % du poids d'un œuf** (pour un œuf moyen de 60 g).

Il est entouré par la **membrane vitelline** (qui devient chalazifère) et porte le **disque germinatif**.

Son pH étant inférieur ou égal à 6, il est donc un excellent milieu de culture microbien. Or, lorsque l'œuf vieillit, le blanc perd de sa viscosité ce qui facilite le déplacement des bactéries. Les chalazes sont alors partiellement détruites et la membrane vitelline devient fragile. Ceci provoque une migration du jaune vers la coquille où la contamination est plus facile. C'est pourquoi, il est nécessaire de stocker l'œuf « le petit bout » vers le bas pour éviter ce phénomène.

2.1.5. La chambre à air

Elle apparaît au fur et à mesure du vieillissement de l'œuf du fait que le jaune et le blanc se contracte. Un léger vide se forme alors attirant l'air entre les deux membranes coquillières laissant ainsi la place à une poche d'air nommée **« chambre à air »**.

2.1.6. Le germe ou disque germinatif ou cicatricule

C'est le noyau de l'ovocyte, lorsque l'œuf est fécondé, qui a migré à la surface du jaune. Il est constitué uniquement de cytoplasme sans matière de réserve.

2.2. La partie comestible de l'œuf

En moyenne, un œuf contient **50 g de partie comestible**. C'est pourquoi, on considère que deux œufs moyens représentent 100 g « d'œuf aliment ».

2.3. Étude nutritionnelle de l'œuf (tableau 46 ; 47)

Tableau 46 ■ Valeur nutritionnelle de l'œuf et de ses différentes parties (en %).

Nutriments	Œuf entier	Blanc	Jaune
Eau	77	89,5	52
Protéines	12,5	10,5	16,5
Lipides	10,5	négligeable	31,5
Glucides	négligeable	négligeable	négligeable

On remarque que le blanc est dépourvu de lipides alors que le jaune en contient 31,5 %. Par conséquent, dans 100 g d'œuf, même si le jaune ne repré-

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 47 ■ Valeur énergétique de l'œuf et de ses différentes parties.

100 g de	Correspondant à environ	Apport énergétique	
		kJ	kcal
Blanc	3 blancs	190	45
Jaune	5 à 6 jaunes	1 450	350
Œuf entier	2 œufs	600	145

sente qu'un tiers de son poids, il correspond à plus des deux tiers de la valeur énergétique.

Remarque : lors du cassage de l'œuf, 15 à 20 % du blanc peut rester accolé au jaune, surtout lorsque l'œuf est âgé.

2.3.1. Les différentes protéines de l'œuf et leurs propriétés

2.3.1.1. Classification des protéines de l'œuf

▶ CLASSIFICATION DES PROTÉINES DU BLANC D'ŒUF

Le blanc d'œuf peut être assimilé à une solution aqueuse de protéines globulaires à laquelle s'ajoute une protéine fibreuse, l'*ovomucine*, dont la concentration est 4 à 10 fois supérieure dans le blanc dense par rapport au blanc liquide.

Une dizaine de protéines ont ainsi été mises en évidence (tableau 48).

▶ CLASSIFICATION DES PROTÉINES DU JAUNE D'ŒUF

Ce sont essentiellement des hétéroprotéines qui existent sous forme de particules en suspension dans une phase aqueuse contenant elle-même des protéines (tableau 49).

2.3.1.2. Les différentes propriétés des protéines de l'œuf

▶ PROPRIÉTÉS DES PROTÉINES DU BLANC D'ŒUF

- ***Propriétés moussantes et levantes***

Lorsque le blanc d'œuf est battu, ses protéines incorporent des bulles d'air pour former une mousse stable à froid (œufs en neige). Cette propriété est due essentiellement à une dénaturation des *ovomucines* qui deviennent stables à cause d'une modification de leur structure.

Cette stabilité pourra aussi être augmentée, lors du chauffage, par dénaturation thermique de *l'ovalbumine* qui permettra la tenue de la mousse.

Ces propriétés sont utilisées pour les préparations culinaires suivantes :

– meringues ;

Tableau 48 ■ Classification des différentes protéines du blanc d'œuf.

Nom de chaque protéine	Quantité (en % des protéines du blanc)	Structure, propriétés biologiques et fonctionnelles utilisées en technologie culinaire
Ovalbumine	54	– Phosphoglycoprotéine facilement dénaturée sous sa forme native à 72 °C – Propriétés gélifiantes et moussantes
Ovoconalbumine ou conalbumine ou ovotransferrine	13	– Glycoprotéine – Dénaturée à partir de 57 °C – Cogélifie à partir de 60 °C avec l'ovalbumine – Complexe les cations plurivalents (dont le cuivre des récipients culinaires) ce qui la stabilise – Propriétés antimicrobiennes
Ovomucoïde	11	– Glycoprotéine – Peu dénaturée à 100 °C – Inhibiteur de la trypsine – Très allergisante
Ovoglobulines	8	– Phosphoglycoprotéines – Fort pouvoir moussant
Lysozyme	3,5	– À un fort pouvoir moussant – Propriétés antimicrobiennes vis-à-vis de certaines bactéries Gram+ en hydrolysant leur paroi – Ajoutée à certains laits pédiatriques
Ovomucine	3,5	– Phosphoglycoprotéine – Responsable de la viscosité du blanc – Est assez thermorésistante mais facilement dénaturée à la surface, donc stabilise les mousses à froid – Elle forme avec le lysozyme un complexe peu soluble dans l'eau responsable de la gélification du blanc dense. Lorsque le PH du blanc s'élève lors de l'entreposage, le complexe est modifié et le blanc se liquéfie
Flavoproteine	0,8	Fixe la vitamine B_2 et forme avec elle un complexe très stable qui sera dissocié par le HCL stomacal
Ovo-macroglobuline	0,5	– Est très fortement antigénique – A un pouvoir moussant élevé
Complexe inhibiteur d'enzymes = ovoinhibiteur	0,1	Inhibe les protéases dont la trypsine
Antibiotine = avidine	0,05	– Constituée de 5 sous unités qui fixent chacune une molécule de biotine – Propriétés antimicrobiennes

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 49 ■ Classification des différentes protéines du jaune d'œuf.

Nom de chaque proteine	Quantité (en % des protéines du jaune)	Structure
Dans les particules :		
– Ovovitellines = lipovitellines	33	Lipoprotéines de haute densité (HDL)
– Phosvitine	8,5	Phosphoprotéine, fixe le fer
Phase aqueuse :		
– Lipoprotéines de basse densité (LDL)	27	
– Ovolivétines	30	

- omelettes soufflées ;
- appareil à biscuit (Savoie, biscuit à la cuillère) ;
- soufflés salés et sucrés ;
- pâtes à frire pour beignets.

• ***Propriétés liantes***

Les albumines en particulier, forment un réseau dont les mailles retiennent les particules de certains ingrédients d'où l'utilisation des protéines du blanc d'œuf lors de l'élaboration de charcuteries, de biscuits ou de pâtisseries.

▶ PROPRIÉTÉS DES PROTÉINES DU JAUNE D'ŒUF

• ***Propriétés émulsifiantes et stabilisantes***

Grâce à leur association avec des lécithines contenues aussi dans les jaunes, les œufs peuvent, sous l'action mécanique d'un fouettage, augmenter de volume, réaliser et stabiliser des émulsions et coaguler à chaud.

En pratique, ces propriétés sont utilisées pour les préparations culinaires suivantes :

- sauces émulsionnées froides (type mayonnaise) ;
- sauces émulsionnées semi-coagulées chaudes (type sauce hollandaise ou béarnaise) ;
- les sabayons ;
- les tartares de viande ou de poisson.

• ***Propriétés liantes***

En association avec les protéines du blanc d'œuf, les protéines du jaune coagulent et permettent ainsi la réalisation de nombreuses préparations telles que :

- les pâtes (à génoise, à choux, sablée, à brioche, à savarin, à nouilles) ;
- les farces (pour pâtés, terrines…) ;
- les appareils (à quiche, à crème…) ;
- les liaisons – jaunes seuls – des sauces, des potages…

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- ***Propriétés colorantes***

Grâce à ses pigments, le jaune confère aux préparations (sauces, pâtisseries) une couleur jaune agréable et caractéristique.

Il favorise ainsi la coloration des glaçages (des sauces, poissons, gratins, fruits…) et des cuissons (dorure des pâtes en pâtisseries).

Conclusion : les œufs sont donc très largement utilisés en cuisine grâce à leurs nombreuses propriétés physiques qui leur permettent de se prêter à d'innombrables combinaisons culinaires.

2.3.1.3. Étude qualitative des protéines de l'œuf

▶ PROTÉINES DU BLANC D'ŒUF

Lorsque le blanc d'œuf est cru, ses protéines sont peu digestibles de par la présence de facteurs anti-enzymatiques (essentiellement antitrypsine) (tableau 50).

La cuisson détruit ces facteurs et dénature les protéines en déroulant les chaînes protéiques ce qui augmente la digestibilité des protéines du blanc d'œuf ainsi que les autres critères d'efficacité (tableau 51).

Il en est de même pour les traitements physiques (*exemple* : le foisonnement) qui favorisent aussi l'accès des enzymes digestives à leur site d'action.

Tableau 50 ■ Coefficient d'utilisation digestive des protéines du blanc d'œuf.

Forme d'absorption du blanc d'œuf	**CUD des protéines (%)**
Cru ingéré seul	50
Cru ingéré avec d'autres aliments	80
Cru fouetté	85
Cuit	92

Tableau 51 ■ Efficacité biologique des protéines du blanc d'œuf (Terroine, Rose et Mc Léod).

Critères d'efficacité	**Forme d'absorption du blanc d'œuf**		**Amélioration (%)**
	Cru	**Coagulé**	
Coefficient d'efficacité protéique (CEP)	2,86	4,69	+ 64
Utilisation protéique nette (UPN)	65,4	80,3	+ 23

▶ PROTÉINES DU JAUNE D'ŒUF

Le jaune d'œuf est un milieu fortement émulsionné et très bien digéré à l'état cru. Tout excès de cuisson lui est donc défavorable car il provoquerait la formation de gros agrégats dans lesquels les enzymes diffusent difficilement.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Conclusion : tous les modes de cuisson de l'œuf, à condition qu'ils soient bien conduits, améliorent donc la digestibilité du blanc sans nuire à celle du jaune. Le CUD des protéines de l'œuf est ainsi élevé puisqu'il atteint 96 %.

Les protéines de l'œuf sont aussi très riches en acides aminés essentiels et en particulier en acides aminés soufrés. C'est pourquoi, elles avaient été choisies comme référence de l'efficacité protéique.

Remarque : le temps de digestibilité stomacale augmente cependant avec la cuisson car il y a eu modification des structures physicochimiques notamment celles du jaune d'œuf.

2.3.2. *Étude qualitative des lipides de l'œuf* (tableau 52)

La répartition en acides gras est la suivante :
- *acides gras saturés* : 35 % des acides gras totaux ;
- *acides gras monoinsaturés* : 50 % des acides gras totaux ;
- *acides gras polyinsaturés* : 15 % des acides gras totaux avec :
  - acides gras polyinsaturés (n-6) : 14 % des acides gras totaux ;
  - acides gras polyinsaturés (n-3) : 1 % des acides gras totaux.

Tableau 52 ■ Les principaux lipides présents dans l'œuf.

Types de lipides	% moyen des lipides totaux	Remarques
Triglycérides	66 %	Ils représentent environ les 2/3 des lipides totaux.
Phospholipides	28,5 %	Ils représentent environ le 1/3 des lipides totaux. Ils ont un rôle émulsionnant et antirassissant.
Cholestérol	5,5 %	Cet apport est important.

Certains œufs commercialisés sont enrichis en acides gras essentiels. En effet, les poules qui les produisent sont nourries avec des huiles de poisson riches en EPA et DHA. Le rapport (n-3)/(n-6) est alors optimal.

Par ailleurs, lorsque certains aliments donnés à la poule contiennent des acides gras libres oxydés, ceux-ci peuvent se retrouver dans le jaune d'œuf et lui donner ainsi un goût de rance mais ils limitent aussi le CUD des protéines en se fixant dessus.

C'est pourquoi, on utilise des anti-oxydants dans les aliments destinés aux volailles.

Exemple : poules nourries avec des tourteaux à base de poissons ou de graines oléagineuses.

Les œufs ont aussi une **forte teneur en cholestérol : 380 mg/100 g**. Les personnes souffrant d'une hypercholestérolémie devront donc en limiter la consommation.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.3.3. Étude qualitative des glucides de l'œuf

Même s'ils sont en quantité négligeable, la majorité d'entre eux se trouve dans l'albumen sous forme libre ou combinée aux protéines et aux lipides.

2.3.4. Les minéraux et les oligoéléments (tableau 53)

Leurs taux varient fortement avec l'alimentation de la poule.

Tableau 53 ■ Composition moyenne en minéraux de l'œuf entier cru.

Principaux minéraux	**Teneur en mg pour 100 g de partie comestible**	**Remarques**
Sodium	130	– Le blanc est le plus riche avec 160 mg de sodium/100 g alors que le jaune n'en contient que 50 mg/100 g. – Dans 2 œufs il y a 2 fois plus de sodium que dans 100 g de viande.
Potassium	125	Cette teneur est 2,5 fois moins importante que dans la viande ou le poisson.
Calcium	55	Cette quantité reste négligeable.
Phosphore	190	Le jaune d'œuf est une source importante de phosphore car il en contient 520 mg/100 g.
Magnésium	11	Cette quantité est négligeable.
Fer	2	– Même si cette quantité est non négligeable, le CUD n'est que de 5 % du fait des phosphates en quantité importante dans le jaune d'œuf. – L'œuf ne présente donc pas les avantages du poisson ou de la viande.
Cuivre Zinc Iode Sélénium	Le jaune d'œuf est une source intéressante en oligoéléments. La teneur en iode reflète l'alimentation de la poule.	

2.3.5. Les vitamines

Leurs teneurs varient en fonction de l'alimentation de la poule et de leur mode de vie. Ainsi, les poules vivant au sol, pondront en été des œufs plus riches en vitamines liposolubles du fait de la richesse de leur alimentation en végétaux et de l'ensoleillement. Quant aux poules d'élevage, étant donné qu'elles reçoivent toute l'année une alimentation programmée et équilibrée, elles pondront certes des œufs de composition plus constante mais parfois même plus intéressante au niveau vitaminique.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.3.5.1. *Vitamines liposolubles* (tableau 54)

Seul le jaune en contient. L'œuf est ainsi une source intéressante en vitamines A et D.

Remarque : le rétinol est responsable de la coloration du jaune.

Tableau 54 ■ Composition moyenne de l'œuf en vitamines liposolubles.

Vitamines	Teneur pour 100 g		% moyen de couverture des ANC avec la consommation de 100 g d'œuf
	Dans l'œuf entier	Dans le jaune	
Vitamine A (rétinol)	200 µg	570 µg	30 %
Vitamine D	1,7 µg	4,5 µg	35 %
Vitamine E	1,2 mg	3,6 mg	10 %

2.3.5.2. *Vitamines hydrosolubles* (tableau 55)

Elles sont inégalement réparties : ainsi, les vitamines B_1, B_6, B_8, B_9 et B_{12} sont essentiellement dans le jaune alors que les vitamines B_2 et B_3 se retrouvent dans le blanc. Sauf pour la biotine, l'œuf est une source assez comparable en vitamines par rapport à la viande et au poisson. De plus, il ne contient pas non plus de vitamine C.

Ces vitamines restent relativement stables au cours du stockage mises à part pour les vitamines B_6 et B_{12} dont la teneur baisse légèrement.

Tableau 55 ■ Composition moyenne de l'œuf en vitamines hydrosolubles.

Vitamines	Teneur pour 100 g d'œuf entier cru	% moyen de couverture des ANC avec la consommation de 100 g d'œuf
B_1	0,08 mg	Négligeable
B_2	0,46 mg	30 %
PP	0,07 mg	Pauvreté mais l'œuf est riche en tryptophane qui est le précurseur de la vitamine PP
B_6	0,12 mg	Négligeable
B_8	25 µg	50 % Mais présence d'une antibiotine dans le blanc d'œuf quoique sensible à la chaleur
B_9	60 µg	20 %
B_{12}	1,6 µg	65 %

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

2.4. La place des œufs dans l'alimentation

Contrairement aux idées reçues, l'œuf est un aliment très digeste, notamment quand sa cuisson se fait sans ajout de matières grasses.

L'œuf est aussi un aliment protéique riche en protéines de haute valeur biologique et malgré son taux élevé de cholestérol, il ne faut pas l'exclure de notre alimentation. C'est pourquoi, la fréquence de consommation recommandée est de **5 à 7 œufs par semaine**.

On peut ainsi utiliser deux types d'équivalence :

- *une équivalence énergétique* : 100 g de viande équivaut à 2 œufs ;
- *une équivalence protéique* : 100 g de viande équivaut à 3 œufs.

3. Les modes de conservation de l'œuf en coquille avant sa commercialisation

3.1. L'enduction ou l'enrobage des œufs

Le but de ce procédé est de colmater les pores pour empêcher la déshydratation et l'entrée des micro-organismes.

3.1.1. L'immersion

C'est une méthode employée depuis longtemps qui devient de plus en plus industrielle.

Ainsi, les œufs sont immergés dans du **lait de chaux** puis placés dans des conteneurs de réfrigération.

L'utilisation de cette méthode est signalée sur l'emballage par un cercle.

3.1.2. L'enrobage de paraffine

On enrobe l'œuf avec un film de protection très fin de paraffine ce qui empêche les échanges avec l'extérieur. Cette méthode donne de très bons résultats mais elle est très peu utilisée.

3.1.3. L'utilisation de cellophane

On emballe l'œuf avec un papier de cellophane ce qui limite la déshydratation et crée une atmosphère qui retardera les échanges avec l'extérieur (les bactéries de grande taille ne peuvent plus pénétrer dans l'œuf). Cette méthode est de plus en plus utilisée.

3.2. La réfrigération

C'est la méthode la plus utilisée. Avant d'être stockés en réfrigération, les œufs doivent être propres pour éviter toute contamination avec les œufs déjà stockés.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Elle se fait à **– 1,7 °C** dans une atmosphère contrôlée en humidité. Cette technique est mise en évidence sur l'emballage par un triangle.

Des gaz inertes peuvent être injectés tels que du CO_2 ce qui retarde le vieillissement de l'œuf. L'emballage porte alors un losange.

4. *La commercialisation des œufs en coquille*

4.1. Classification des œufs commercialisés

4.1.1. Classification des œufs selon leur poids

Une nouvelle réglementation datant de 1997 permet de classer les œufs selon leur grosseur (tableau 56). Cette catégorie de poids doit obligatoirement être mentionnée sur l'emballage.

Tableau 56 ■ Classification des œufs selon leur poids.

Poids de l'œuf (g)	Dénomination
> 73	Très gros
63-73	Gros
53-63	Moyen
50-53	Petit

4.1.2. Classification des œufs selon leur qualité

Les œufs sont classés selon une réglementation communautaire en **trois catégories de qualité** (tableau 57).

4.1.2.1. Catégorie A : les œufs frais et extra-frais

Ils n'ont subi aucun traitement de conservation. Sur l'emballage, on trouve un rond avec un A à l'intérieur.

▶ LES ŒUFS EXTRA-FRAIS

Ils doivent avoir été ramassés chez le producteur **moins de 4 jours avant l'emballage**. La *hauteur de la chambre à air* doit être inférieure ou égale à 4 mm au moment de l'emballage.

Sur cet emballage, on doit trouver la mention « **extra** » en lettres blanches sur fond rouge. Cependant, celle-ci doit être retirée par le commerçant si les œufs n'ont pas été vendus dans les 7 jours suivant la date de conditionnement.

Ils sont particulièrement recommandés pour les préparations sans cuisson (*exemples* : mousses, tartares…).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 57 ■ Classification des œufs selon leur qualité : les différentes catégories.

Catégorie	A	B	C
Définition	Œufs extra-frais ou œufs frais.	Œufs de 2e qualité ou œufs conservés.	Œufs déclassés ne pouvant être consommés en l'état destinés à l'industrie agroalimentaire.
Description	Œufs n'ayant subi aucun procédé de nettoyage. Œufs n'ayant subi aucun procédé de conservation et maintenus à une température de + 8 °C.	Œufs réfrigérés à une température inférieure à + 8 °C. Œufs conservés dans un mélange gazeux ou soumis à un autre procédé de conservation.	Œufs propres à la consommation humaine mais ne satisfaisant pas aux exigences requises pour les catégories A et B. Ils ne peuvent donc qu'être cédés à des casseries en vue de la fabrication d'ovoproduits.
Aspect de la coquille	Les coquilles et les cuticules doivent être normales, naturellement propres, intactes, ni fêlées, ni marbrées.	Coquilles normales, intactes	Coquilles anormales, non intactes
Hauteur de la chambre à air	Œufs extra-frais : inférieure à 4 mm Œufs frais : inférieure à 6 mm	Inférieure à 9 mm	supérieure à 9 mm
Aspect du blanc	Clair, limpide, de consistance gélatineuse, exempt de corps étrangers de toute nature.	Clair, limpide, exempts de corps étranger de toute nature	Exempt de corps étranger de toute nature.
Aspect du jaune	Visible au mirage sous forme d'ombre seulement, sans contour apparent, de position centrale en cas de rotation, exempt de corps étrangers de toute nature.	Visible au mirage sous forme d'ombre seulement (sauf pour les œufs conservés), exempt de corps étrangers de toute nature.	Exempt de corps étranger de toute nature.
Germe	Développement imperceptible.	Développement imperceptible.	Développement imperceptible.
Odeur	Exempt d'odeurs étrangères.	Exempt d'odeurs étrangères.	Exempt d'odeurs étrangères.
Estampillage des coquilles	Facultative	Obligatoire	Obligatoire
Étiquetage des emballages	Date du jour d'emballage	Mode de conservation ou de réfrigération sous forme de symboles : ▲ œufs conservés par réfrigération ● œufs conservés par immersion ◆ œufs stabilisés et réfrigérés	–

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

► LES ŒUFS FRAIS

Ce sont soit des œufs extra-frais de plus de 7 jours ou soit des œufs qui viennent directement des producteurs mais qui ont une chambre à air inférieure à 6 mm. On peut les utiliser dans les préparations qui nécessitent une faible cuisson (*exemples* : entremets, gratins, œufs au plat, œufs à la coque…).

4.1.2.2. Catégorie B

Sur l'emballage, on trouve un B avec un cercle à l'intérieur. Ce sont des œufs de deuxième qualité ou des œufs conservés destinés à l'industrie agroalimentaire.

4.1.2.3. Catégorie C

Ce sont des œufs dits « *déclassés* » de plus de 12 semaines dont la chambre à air possède un diamètre supérieur à 9 mm. Ils sont utilisés exclusivement pour l'industrie agroalimentaire et transformés en ovoproduits.

Remarque : les seuls œufs vendus directement au consommateur sont les œufs de catégorie A.

4.2. L'emballage des œufs

Il est réalisé dans un centre d'emballage qui classe et emballe les œufs au plus tard le deuxième jour après leur réception. Les emballages doivent être résistants aux chocs, secs, maintenus en bon état de propreté, fabriqués avec une matière qui ne doit provoquer ni odeur ni altération.

4.3. L'étiquetage des œufs

4.3.1. Les mentions obligatoires

Les mentions obligatoires trouvées sur l'emballage sont les suivantes :
- numéro de l'étiquette ;
- nom ou raison sociale et adresse de l'entreprise ;
- numéro du centre d'emballage (= numéro d'immatriculation) ;
- catégorie de qualité et catégorie de poids ;
- nombre d'œufs emballés ;
- date limite de consommation ;
- recommandations d'entreposage approprié pour les œufs de catégorie A ;
- code de la semaine d'emballage (pour les gros emballages supérieurs à 30 œufs) ou la date d'emballage (pour les petits emballages de moins de 30 œufs) ;
- méthodes de conservation ou conditions de réfrigération pour les œufs conservés ou réfrigérés.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

4.3.2. Les mentions facultatives

Les mentions facultatives pouvant être trouvées sur l'emballage sont les suivantes :

- date de péremption « extra » par la mention « extra jusqu'au… » ;
- date de vente recommandée ;
- date de ponte ;
- mode d'élevage de la poule :
  - *œufs de poules élevées en libre parcours* : elles bénéficient d'un libre parcours en plein air et d'un terrain recouvert de végétation avec une poule pour 10 m^2 ;
  - *œufs de poules élevées en plein air* : elles bénéficient d'un libre parcours en plein air et d'un terrain recouvert de végétation avec une poule pour 2,5 m^2 ;
  - *œufs de poules élevées au sol* : 1/3 de la surface sur laquelle elles vivent est recouverte d'une litière (paille, sable) et on y trouve 7 poules au m^2 ;
  - *œufs de poules élevées sur perchoirs* : les poules disposent de 15 cm sur un perchoir mais elles bénéficient aussi d'une surface au sol accessible avec 25 poules par m^2.

5. *Appréciation de la fraîcheur de l'œuf au cours de l'entreposage*

5.1. Les modifications subies par l'œuf lors de l'entreposage

5.1.1. Les modifications au niveau du blanc

Lors du stockage, la pression partielle en CO_2 diminue fortement et le pH passe de 7,4 à 9,3 en 2 à 5 jours lorsque l'œuf est entreposé à température ambiante. Cette élévation de pH est due à un transfert des cations bivalents (calcium et magnésium) du blanc vers le jaune.

Il se produit aussi une liquéfaction du blanc dense ce qui diminue sa hauteur et entraîne une migration progressive du jaune dans le blanc vers le point le plus haut de l'œuf.

De plus, l'élévation du pH favorise le décollement des membranes coquillières et fait baisser l'activité du lysozyme.

5.1.2. Les modifications au niveau du jaune

Le pH passe de 6 à 6,9. Il y a alors hydrolyse des lipides sous l'action d'enzymes avec libération d'acides gras et d'amines à odeur et goût désagréable. La membrane vitelline se fragilise et le jaune se mélange alors plus facilement au blanc lors du cassage de l'œuf. Il se produit aussi un transfert de fer et d'acides aminés libres du jaune vers le blanc.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

La chambre à air augmente de volume par entrée d'air dans l'œuf au fur et à mesure de son vieillissement et de sa déshydratation ce qui permet la classification des œufs en catégories, selon le diamètre de la chambre à air puisque plus ce diamètre est grand et plus l'œuf est vieux.

5.2. Mise en évidence du vieillissement de l'œuf

5.2.1. Le mirage (figure 21)

On fait tourner l'œuf au-dessus d'une ampoule pour pouvoir l'éclairer et on observe ainsi son contenu à travers la coquille. Le blanc prend alors une coloration à peine rosée.

L'œuf sera extra-frais si le jaune est bien centré, la chambre à air presque inexistante et qu'aucune tache suspecte n'apparaît.

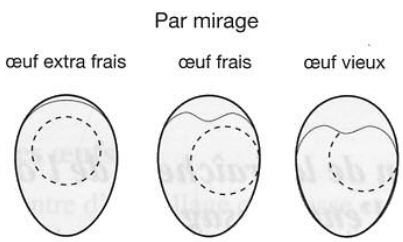


Figure 21 ■ Le vieillissement de l'œuf.

5.2.2. Le flottage sur l'eau salée (figure 22)

Il démontre la baisse de densité de l'œuf au fur et à mesure de sa déshydratation ainsi que l'augmentation de la taille de la chambre à air.

Figure 22 ■ Le vieillissement de l'œuf.

5.2.3. L'examen direct du contenu

5.2.3.1. Aspect de l'œuf cru cassé (figure 23)

On casse l'œuf et on observe la liquéfaction du blanc ainsi que le déplacement relatif du jaune :

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- lorsque l'œuf est frais, il est bien compact, le jaune est bombé, bien centré, brillant et le blanc est épais et visqueux ;
- lorsque l'œuf vieillit, le jaune s'excentre et se rapproche de plus en plus de la chambre à air jusqu'à la toucher. Il n'est donc plus protégé et peut être contaminé. Quant au blanc, il s'étale de plus en plus et devient homogène.

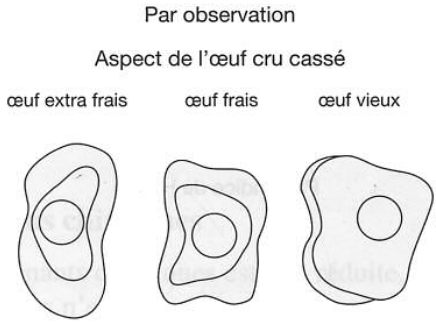


Figure 23 ■ Le vieillissement de l'œuf.

5.2.3.2. *Aspect de l'œuf cuit au plat* (figure 24)

Dans un œuf extra-frais, le jaune doit être particulièrement globuleux et bombé.

Figure 24 ■ Le vieillissement de l'œuf.

5.2.3.3. *Aspect de l'œuf cuit dur* (figure 25)

La chambre à air doit être réduite et le jaune bien centré.

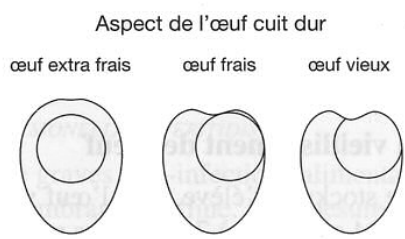


Figure 25 ■ Le vieillissement de l'œuf.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

5.2.3.4. Aspect de l'œuf cuit dur découpé en rondelles (figure 26)

De même, le jaune doit être bien centré.

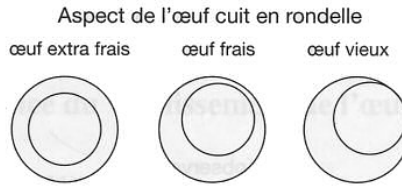


Figure 26 ■ Le vieillissement de l'œuf.

5.2.4. L'indice de Haugh (figure 27)

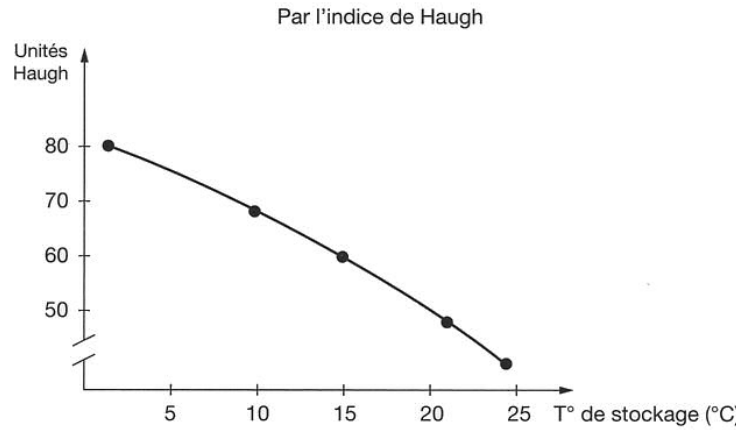


Figure 27 ■ Évolution de l'indice de Haugh pour un stockage de 10 jours avec un indice de départ de 80.

C'est une méthode fiable pour déterminer l'âge et l'état de conservation des œufs en mesurant l'épaisseur du blanc après cassage sur une surface plane. Il prend en compte la température de stockage et permet ainsi d'apprécier la fraîcheur de l'œuf par un indice qui varie de 0 à 110. Il est utilisé par les laboratoires d'analyse pour la certification des produits.

Remarques : une autre technique employée est de faire tourner l'œuf sur une table : s'il est frais, il tournera sur place et s'il est conservé son déplacement sera décalé à cause de l'augmentation de la chambre à air. La fraîcheur de l'œuf dépend aussi d'autres facteurs tels que l'âge de la poule. En effet, une poule âgée produit systématiquement un albumen moins dense.

5.3. Prévention du vieillissement de l'œuf

Plus la température de stockage s'élève, plus l'œuf vieillit rapidement. Ainsi, des œufs entreposés 16 à 24 semaines à 7 °C ont les mêmes qualités organoleptiques que si on les avait stockés 1 à 2 semaines à 24 °C.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

C'est pourquoi, après leur achat, on recommande de stocker les œufs frais jusqu'à leur utilisation en chambre froide ou dans un local frais (+ 15 °C maximum).

Il faut aussi séparer les œufs de tout produit pouvant transmettre des odeurs car la coquille est poreuse et laisse passer les gaz.

Remarque : les œufs ne sont cependant pas stockés au froid lors de leur circuit de production pour éviter les chocs thermiques qui créeraient une condensation d'eau sur la coquille.

6. *Les contaminations de l'œuf en coquille*

6.1. Contaminations chimiques

La teneur en contaminants chimiques est très réduite. En effet, la prescription d'antibiotiques aux poules n'est autorisée que sur prescription vétérinaire.

6.2. Contaminations microbiologiques

6.2.1. Les lieux de la contamination

Elles peuvent avoir lieu tout d'abord dans les voies génitales de la poule même si au fur et à mesure que l'œuf y progresse, la coquille se forme et isole le contenu. Mais la *coquille étant poreuse, elle n'est qu'un obstacle à la contamination et non une barrière*. Ainsi, l'œuf peut être contaminé dans le cloaque, lieu de collection des excréments de la poule ou sur le lieu de la ponte.

La contamination de l'œuf se fait donc toujours par l'extérieur puisque lorsqu'il vient d'être pondu, celui-ci est toujours sain à l'intérieur.

Ceci explique notamment que la coquille ne doit pas être nettoyée lors du circuit de commercialisation de l'œuf car l'humidité facilite la pénétration des bactéries à l'intérieur. De plus, le lavage et le brossage détruisent la cuticule ce qui facilite la pénétration ultérieure d'autres germes d'autant plus que leur développement est rapide et diminue ainsi fortement sa conservation.

6.2.2. Les différents germes incriminés

6.2.2.1. Contamination par des bactéries

▶ CONTAMINATION PAR *SALMONELLA ENTERITIDIS*

Elle est responsable de graves toxi-infections alimentaires et contamine généralement le blanc et la membrane vitelline. Des mesures préventives ont permis de réduire fortement les intoxications provoquées par cette bactérie. Ainsi, on réalise :

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- *des contrôles* plus spécifiques des élevages ;
- *un stockage limité* avec application adéquate de la réfrigération ;
- *l'utilisation correcte* des œufs lors des préparations.

Remarque : les œufs de canne et d'oie sont beaucoup plus souvent contaminés que les œufs de poule à cause de leur mode de vie aquatique. C'est pourquoi, ils sont le plus souvent utilisés sous forme d'ovoproduits.

▶ CONTAMINATION PAR D'AUTRES BACTÉRIES

Elles sont responsables de pourritures assez toxiques dont l'aspect et l'odeur sont assez caractéristiques du germe en cause. *Exemple* : *Pseudomonas* et *Proteus* sont responsables d'une pourriture noire avec production de gaz sulfurés. Ces pourritures provoquent une liquéfaction du blanc et souvent un durcissement déformant le jaune.

6.2.2.2. *Contamination par des champignons microscopiques (levures et moisissures)*

Elles se produisent lorsque le lieu de stockage est très humide et la température supérieure à 10 °C. Les champignons restent localisés sur la coquille qui prend alors une couleur anormale.

7. *Les ovoproduits*

7.1. Obtention des ovoproduits

Ils sont obtenus à partir d'œufs qui ne doivent pas avoir été couvés. Les œufs fêlés peuvent être utilisés à condition de l'être le plus rapidement possible.

7.1.1. Le nettoyage de la coquille

Les œufs sont brossés et lavés ce qui permet d'éviter la contamination de l'œuf lors de son cassage.

7.1.2. Le cassage

Les œufs sont placés sur des tapis roulant à ventouse et cassés individuellement. À ce moment, on effectue éventuellement la séparation du blanc et du jaune.

7.1.3. La pasteurisation

Les produits obtenus : blanc, jaune ou œuf entier, subissent une pasteurisation qui réduit le nombre de micro-organismes présents et détruit la flore pathogène notamment les salmonelles.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Cependant, les ovoproduits sont surtout utilisés pour leur pouvoir gélifiant ou liant et leur pouvoir moussant. Une pasteurisation trop poussée peut donc diminuer ces propriétés notamment parce qu'elle dénature les protéines. C'est pourquoi, elle est réalisée à **65 °C pendant environ deux minutes seulement**.

7.1.4. Le refroidissement

La pasteurisation est suivie d'une réfrigération rapide : 3 °C en deux heures maximum.

7.1.5. Le conditionnement et la commercialisation

Les ovoproduits sont conditionnés en récipients aseptiques et hermétiques puis commercialisés jusqu'à une date limite de consommation (maximum 1 mois) à une température comprise entre 0 et 4 °C.

7.1.6. Les étapes facultatives

7.1.6.1. La congélation ou la surgélation

Certains ovoproduits, après avoir été pasteurisés, peuvent subir une congélation (température de – 12 °C) ou une surgélation (température entre – 18 et – 20 °C). Dans ce cas, la décongélation devra se faire rapidement à une température inférieure à 50 °C pour éviter une dénaturation thermique des protéines.

7.1.6.2. La déshydratation

D'autres ovoproduits seront déshydratés ce qui permet de diminuer la flore de contamination. La conservation devra se faire à l'abri de l'air et de l'humidité, à une température inférieure ou égale à 15 °C. Le froid est cependant recommandé même si ces produits contiennent moins de 8 % d'eau. L'utilisation de ce procédé ne cesse d'augmenter dans l'industrie et deux méthodes sont actuellement utilisées :

- l'*atomisation* : elle est réalisée à 70 °C ce qui évite le brunissement et la baisse de la valeur nutritionnelle ;
- la *lyophilisation* : son coût est très élevé mais elle diminue fortement la flore de contamination.

7.1.6.3. La concentration

Il est possible de concentrer le blanc d'œuf par ultrafiltration sur membrane et les produits obtenus peuvent ensuite être salés ou sucrés. Ces préparations seront donc fortement concentrées et présentent ainsi une activité de l'eau comprise entre 0,8 et 0,85. Elles peuvent alors être stockées pendant plusieurs mois au froid. Elles doivent être diluées dans de l'eau pour être utilisées et leurs qualités technologiques restent satisfaisantes.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

7.1.7. Les additifs autorisés

On peut ajouter des colorants, des acidifiants, des émulsifiants et du sel (pour les produits destinés à la charcuterie), du sucre (pour la pâtisserie). Le sel et le sucre évitent la gélatinisation du jaune et améliorent les qualités du blanc.

7.2. Contrôles hygiéniques réglementaires des ovoproduits

Ils ne peuvent être préparés que dans des établissements autorisés. Ainsi, les casseries sont soumises à une *réglementation très stricte* en matière d'hygiène et doivent avoir obtenu une *estampille de salubrité*.

De plus, toutes les opérations de fabrication doivent être effectuées de manière à *éviter toute contamination*. Les conditions d'hygiène du matériel et du personnel doivent donc respecter la réglementation et des *autocontrôles* doivent être réalisés.

Enfin, leur transport doit se faire dans des véhicules permettant d'assurer les températures réglementaires et une hygiène correcte.

7.3. Conclusion : les avantages de l'utilisation des ovoproduits

Les ovoproduits offrent les avantages suivants :
- utilisation rationnelle ;
- facilité d'emploi ;
- garantie bactériologique très sûre ;
- qualité constante ;
- préparations économiques :
  - coût inférieur aux produits traditionnels,
  - économie de temps et de main-d'œuvre,
  - économie par absence de perte ;
- facilité de stockage et de conservation ;
- propriétés physiques remarquables (émulsion, liaison, coagulation).

C'est pourquoi, leur utilisation est particulièrement recommandée notamment en restauration collective.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

6

Les produits céréaliers

Introduction-généralités

Les produits céréaliers sont des aliments dont la matière première est constituée par les **céréales**.

En botanique, les céréales regroupent un certain nombre de plantes appartenant à la famille des **graminées** dont les grains sont utilisés en alimentation humaine et animale. Il existe 13 types de céréales : le blé, le maïs, le riz, l'avoine, le sarrasin, le seigle, l'orge, le sorgho, le millet, le quinoa, le tritical[1], l'épeautre[2] et l'engrain[3].

Les produits céréaliers ont toujours tenu un rôle important dans l'alimentation humaine. En effet, ils représentent un apport énergétique important sous forme essentiellement de *glucides complexes* mais ils participent aussi à la couverture de nos besoins en *protéines végétales*, en certaines *vitamines* (notamment du groupe B) ainsi qu'en *fibres alimentaires végétales*.

La consommation de produits céréaliers a cependant diminué avec l'augmentation du niveau de vie. C'est pourquoi, ils fournissent en moyenne 60 % de l'apport énergétique dans les pays développés mais peuvent aller jusqu'à 80 % dans les pays sous développés.

1. Tritical = de triticum (blé) et sécale (seigle). C'est un hybride de blé et de seigle. Il apporte donc à la fois la haute teneur en protéine du blé et la richesse en lysine du seigle. Il sert à la fabrication de pâtes alimentaires, de tortillas et de crêpes.

2. Épeautre = variété de blé très cultivée intensivement en Europe jusqu'au début du XX^{e} siècle qui s'adapte aux climats froids. On peut en faire de la farine et du pain si on le mélange avec de la farine de blé tendre.

3. Engrain = « petit épeautre ». C'est une espèce de blé rustique qui n'est plus cultivé.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Un autre avantage des produits céréaliers est qu'ils sont faciles à accommoder et qu'ils donnent de multiples dérivés.

Les produits céréaliers font aussi l'objet de nombreuses sélections ou recherches génétiques pour accroître leur production, augmenter la teneur de leurs grains en protéines et ainsi améliorer leur valeur nutritionnelle (en particulier leur teneur en lysine dont ils sont déficitaires).

1. Le blé et ses dérivés

Il existe 2 espèces de blé :
- *les blés tendres ou* ***froment*** (*Triticum aestivum*) qui sont les plus cultivés en France ;
- *les blés durs* (*Triticum durum*) qui sont non panifiables mais qui servent à la fabrication des semoules et des pâtes alimentaires.

Le blé est la céréale **la plus cultivée au monde** (1/3 de la population mondiale dépend de sa culture). Le blé tendre est la première céréale cultivée en France et représente 53 % de l'ensemble des céréales produites sur le territoire dont 78 % sont réservés à l'alimentation humaine.

1.1. Le grain de blé

1.1.1. Structure du grain de blé (figure 28)

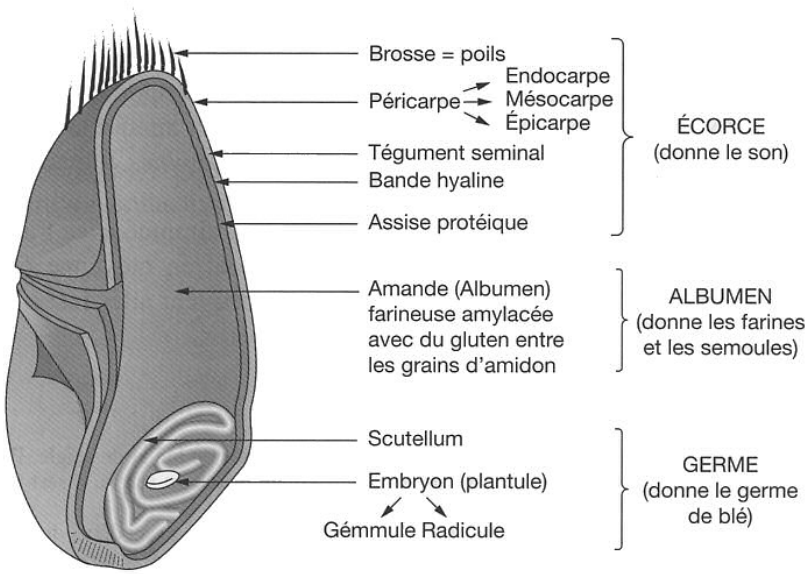


Figure 28 ■ Schéma d'une coupe d'un grain de blé.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.1.1.1. Aspect extérieur

La longueur du grain de blé varie de 6,5 à 8,5 mm et son diamètre de 3 à 4 mm.

1.1.1.2. Structure interne

▶ L'ÉCORCE

Elle représente environ **17 %** du poids du grain.
Elle est constituée de plusieurs couches :
- *le péricarpe* : c'est une enveloppe avec des cellules dont la membrane est épaisse et dont l'utilisation digestive est médiocre (car elle contient de la cellulose et de la lignine) ;
- *le tégument séminal* : il contient les colorants du grain qui lui donnent sa couleur jaune marron ;
- *la bande hyaline* : c'est un ensemble de cellules transparentes ;
- *l'assise protéique ou couche « à aleurone »* (l'aleurone étant une substance protidique de réserve) qui est riche en protéines, vitamines (elle contient près du 1/3 des vitamines B1 et B2 et environ les 2/3 des vitamines B6 et B3 du grain), minéraux, lipides, cellulose et lignine.

▶ L'ALBUMEN OU AMANDE

Elle représente **80 %** du poids du grain et sa partie inférieure est délimitée par le germe.

C'est une substance blanche, friable, constituée d'un ensemble de grains d'**amidon** (70 % de l'amidon total) entourés par un réseau de **gluten** *(nature protéique)* mais elle est pauvre en minéraux.

▶ LE GERME

Il représente **3 %** du poids du grain et il est riche en vitamines et lipides.
Il est constitué de 2 parties :
- *l'embryon* ;
- *le scutellum* qui entoure l'embryon, le protège et joue un rôle nourricier.

1.1.2. Composition chimique du grain de blé

1.1.2.1. L'eau

Le grain de blé est constitué de **13,5 % d'eau**. Cette faible teneur lui permet d'être stocké longtemps en évitant ainsi le développement de micro-organismes en particulier de moisissures.

1.1.2.2. Les glucides

▶ LES GLUCIDES ASSIMILABLES

Le grain de blé contient environ **61 %** de glucides assimilables avec :

- ***Des glucides complexes : l'amidon***

Il représente la majeure partie de ce type de glucides soit **59 %** répartis ainsi : 25 % d'amylose et 75 % d'amylopectine.

Il est essentiellement retrouvé dans l'amande dont la zone centrale est plus riche que la zone périphérique. À l'opposé, l'écorce et le germe sont peu riches en amidon. Par conséquent, **plus une farine sera blanche, plus elle sera riche en amidon et meilleur sera son coefficient d'utilisation digestive (CUD)**.

- ***Des glucides simples (2 %)***

Ils sont représentés par du *glucose*, du *fructose*, du *saccharose* et du *raffinose* (triholoside).

Ils sont pour la majeure partie localisés dans le germe et l'assise protéique de l'écorce.

▶ LES GLUCIDES NON ASSIMILABLES : LES FIBRES ALIMENTAIRES VÉGÉTALES (FAV)

Le grain de blé contient **9,5 %** de FAV. Étant donné la présence de ces fibres, le CUD des glucides est de seulement 90 %.

Elles se trouvent principalement dans l'écorce.

1.1.2.3. Les protéines

▶ ÉTUDE QUANTITATIVE (tableau 58)

Tableau 58 ■ Les différentes protéines du grain de blé.

Classes	Propriétés	Dénomination	% de protéines
Albumines	Solubles	–	9
Globulines	Solubles	–	5
Prolamines	Insolubles	Gliadine	40 à 50
Glutélines	Insolubles	Gluténine	40 à 45

NB : les protéines du gluten, prolamines et glutélines sont séparées dans l'éthanol dilué, les premières étant solubles dans ce milieu.

Elles représentent **12 %** du poids du grain.

Il existe 2 types de protéines : les protéines **solubles** (albumines et globulines) et les protéines **insolubles** (prolamines et glutélines).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Certaines protéines insolubles appelées la gliadine et la gluténine situées dans l'albumen forment le **gluten** :

- *la gliadine* : elle est responsable de l'extensibilité de la pâte lors de la fabrication du pain par exemple et permet son écoulement visqueux. Elle est aussi responsable chez certains sujets de « l'intolérance au gluten » appelée aussi **maladie cœliaque**. C'est une maladie qui se caractérise par une malabsorption globale entraînant des diarrhées et des stéatorrhées responsables à long terme d'une dénutrition. L'exclusion du blé, du seigle, de l'orge et de l'avoine est la seule forme de traitement de cette pathologie d'origine probablement immunitaire (pour ces raisons, ces 4 céréales sont exclues des farines pédiatriques dites du 1er âge –1 à 4 mois) ;
- *la gluténine* : elle est responsable de l'élasticité de la pâte. Le gluten du blé dur est très peu extensible d'où l'impossibilité de l'utiliser pour la panification.

▶ ÉTUDE QUALITATIVE

Le **CUD** des protéines du grain entier est d'environ **86 %** mais après mouture il augmente et atteint ainsi environ **96 %** suite à la diminution des fibres.

Les protéines du blé (en particulier le gluten) ont pour **facteur limitant primaire la lysine** mais elles sont riches en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine). C'est pourquoi, il sera judicieux de les **complémenter**, notamment avec les légumes secs, qui sont pauvres en acides aminés soufrés mais riches en lysine.

Ce sont les protéines de l'assise protéique et du germe qui présentent la meilleure efficacité protéique. Cependant, ces parties seront éliminées lors de la mouture.

1.1.2.4. Les lipides

Les grains de blé sont **pauvres en lipides** : ils en contiennent seulement **2 %** et ceux-ci sont essentiellement localisés dans le germe et l'assise protéique. Cependant, leur composition qualitative est intéressante car plus de la moitié de ces lipides sont polaires. Ils vont ainsi se lier lors du pétrissage de la pâte aux protéines et aux glucides et permettre la rétention d'eau, l'extensibilité et l'élasticité de la pâte.

1.1.2.5. Les minéraux

▶ LE CALCIUM ET LE PHOSPHORE

Les teneurs sont les suivantes :

- *calcium* : 35 mg/100 g ;
- *phosphore* : 400 mg/100 g.

Soit le **rapport calcium/phosphore** :

- s'il est inférieur à 1 : le calcium est mal utilisé par l'organisme ;
- s'il est supérieur à 1 : le calcium est bien utilisé par l'organisme.

Ici, le rapport calcium/phosphore étant de 0,09, le calcium est donc très mal absorbé.

En effet, dans le blé et les céréales en général, une grande partie du phosphore (75 % pour le grain de blé) se trouve sous forme **d'acide phytique** (ou de phytates) qui présente la propriété de lier les cations bivalents tels que le Ca^{2+}, le Zn^{2+}, le Mg^{2+} ou le Fe^{2+}. Cela donne alors naissance à des **sels insolubles** donc non absorbables.

Cependant, l'acide phytique est principalement situé dans les enveloppes du grain. La mouture permet donc d'en éliminer une grande partie (les 2/3 environ) d'où une meilleure assimilation des minéraux. De plus, certaines enzymes appelées des **phytases**, sont capables de libérer ces cations piégés dans les sels insolubles même si elles sont inactivées dans un milieu trop pauvre en eau. Elles ne pourront ainsi agir qu'au moment de la fermentation panaire et au début de la cuisson.

▶ LE MAGNÉSIUM : 140 mg/100 g

Il est sous forme de Mg^{2+} et donc interagit avec l'acide phytique entraînant sa mauvaise absorption.

▶ AUTRES MINÉRAUX

- Sodium : 3 mg
- Potassium : 435 mg
- Fer = 5 mg
- Zinc = 4,1 mg
- Cuivre = 0,6 mg
- Sélénium = 100 µg

Pour 100 g

Remarque sur le fer : il est sous forme de fer **non héminique** qui est mal absorbé par l'organisme (~ 5 %) ce qui renforce l'action de l'acide phytique.

1.1.2.6. Les vitamines

▶ VITAMINES HYDROSOLUBLES

Vitamine C : inexistante.

Vitamine B_1 : 0,41 mg/100 g : ces teneurs sont intéressantes mais les 2/3 sont situés dans le scutellum, l'autre 1/3 se trouvant dans l'assise protéique.

Vitamine B_2 : 0,1 mg/100 g : c'est une source très médiocre dont 50 % est situé dans l'amande.

Vitamine B_3 : 4,7 mg/100 g : ces teneurs sont intéressantes mais les 2/3 se trouvent dans l'assise protéique.

Vitamine B_6 : 0,5 mg/100 g : ces teneurs sont moyennes.

Vitamine B_9 : 50 µg/100 g : c'est une source médiocre.

▶ VITAMINES LIPOSOLUBLES

La seule vitamine liposoluble présente dans le grain de blé est la **vitamine E** avec 2,5 mg/100 g. Elle se trouve essentiellement dans le germe car c'est à cet endroit que l'on trouve le plus de lipides.

1.1.2.7. Les fibres alimentaires végétales (FAV)

L'écorce est riche en fibres insolubles : lignine, cellulose et hémicellulose d'où l'intérêt diététique des *pains complets*, *du son* et des *pains au son* dans la régulation du transit intestinal ainsi que dans la prévention du cancer du côlon.

1.2. La farine de blé

1.2.1. Définition

C'est le produit de la mouture de l'amande du grain de blé tendre nettoyé et industriellement pur.

1.2.2. Obtention de la farine de blé

1.2.2.1. Le nettoyage

Le blé étant souvent mélangé à des corps étrangers, on utilise des **séparateurs** qui éliminent les grosses impuretés.

Ensuite on se sert de **trieurs** qui éliminent les particules étrangères telles que des graines provenant d'autres céréales qui ont pu être mélangées accidentellement.

Puis, des **épointeuses** éliminent les poils à l'extrémité du grain et dépoussièrent le sillon médian.

Le grain ainsi nettoyé est dit **industriellement pur**.

Enfin, on humidifie les grains ce qui parfait le nettoyage, favorise le ramollissement de l'enveloppe en vue de sa future élimination et augmente la friabilité des grains qui seront ainsi plus facilement broyés.

1.2.2.2. La mouture

La mouture présente deux buts :

- *l'élimination des parties périphériques* c'est-à-dire la séparation de l'amande de l'écorce et du germe ;
- *la réduction de l'amande en particules* suffisamment fines pour obtenir de la farine.

Elle se divise ainsi en trois stades :

▶ 1er STADE : LE BROYAGE

Il se fait tout d'abord par passage des grains dans un **broyeur** constitué de 2 cylindres à surface cannelée qui tournent en sens inverse et à des vitesses différentes mais dont l'écartement est très faible.

Ce système fait que le grain va être cisaillé : on obtient alors un mélange fait de particules assez grossières appelé la **boulange**.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Puis cette boulange est passée sur un ensemble de tamis superposés appelés des **plansichters** qui sont animés d'un mouvement de va-et-vient afin de favoriser le tamisage. Il existe différents types de plansichters ou tamis :

- les tamis supérieurs qui arrêtent les grosses particules ;
- les tamis intermédiaires qui arrêtent les particules moyennes appelées alors les **semoules** ;
- les tamis inférieurs, dans lesquels on recueille déjà une petite quantité de farine.

Les semoules peuvent être classées de deux manières :

• *En fonction de leur grosseur* :

- semoules grosses ;
- semoules moyennes ;
- semoules fines ;
- particules encore plus fines appelées **finots**.

• *Indépendamment de leur grosseur* :

- *semoules blanches* si elles proviennent de l'intérieur de l'amande ;
- *semoules vêtues* si elles proviennent de la partie périphérique de l'amande avec une partie de l'écorce qui y adhère encore.

Remarque : l'ensemble de ces semoules (sauf les finots) subiront le **sassage** complété par le **claquage**.

Les plus grosses particules sont ensuite renvoyées sur un 2e broyeur (du même type que le premier) mais dont les cylindres sont plus rapprochés ce qui donne naissance à la **deuxième boulange** qui est alors renvoyée sur des plansichters.

Cette opération est renouvelée environ 5 fois.

Le déchet final s'appelle le **refus** qui donnera le **son**.

On obtient alors à nouveau une certaine quantité de farine en dessous de chaque plansichter qui, additionnée à la précédente déjà recueillie est appelée **farine de broyage**. Elle représente ainsi 20 % de la farine totale.

▶ 2e STADE : LE SASSAGE ET LE CLAQUAGE

Le but du **sassage** est de différencier les semoules suivant leur poids et leur grosseur.

Les **sasseurs** ressemblent à des plansichters mais ils sont en plus parcourus par un courant d'air ascendant qui permet d'aspirer les particules de son qui adhèrent encore aux semoules.

Les déchets que l'on recueille sont appelés des **soufflures**.

Les semoules qui sont très vêtues sont renvoyées au broyage et les semoules peu vêtues vont subir le claquage.

Le but du **claquage** est de réduire la taille des semoules en les écrasant entre deux cylindres lisses. Puis, elles sont tamisées et le refus final du claquage est un déchet grisâtre appelé **remoulage bis** (qui est constitué de son, de débris de germes et d'amande).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Les semoules ainsi écrasées sont appelées des **gruaux**.

Bilan : à la fin de ces deux opérations, on obtient une autre petite quantité de farine représentant 23 % de la farine totale.

À ce moment, toutes les parties périphériques du grain ont été enlevées.

▶ 3e STADE : LE CONVERTISSAGE

Des **convertisseurs** (qui sont des cylindres lisses tournant en sens contraire) reçoivent les gruaux et les finots dans le but de les écraser pour obtenir de la farine.

Puis, le mélange est envoyé sur des plansichters et les refus intermédiaires à nouveau sur des convertisseurs. Ceci pendant 10 passages.

Le refus final est une poudre blanche appelée le **remoulage blanc**.

La farine issue du convertissage correspond à 33 % de la farine totale.

1.2.3. Classification des farines (tableau 59)

Tableau 59 ■ Types légaux, taux d'extraction des farines et leurs principales utilisations.

Type	Taux d'extraction (%)	Principales utilisations
45	68	Pâtisserie, farine de gruaux, pain de gruaux
55	74	Baguette, biscottes, panification fine, biscuiterie, pâtisserie (sachets)
65	78	Biscuiterie
80	82	Pains spéciaux : pain de mie, pain brioché, pain viennois
110	85	Pain bis, farine bise
150	94	Pains complets, farine complète

1.2.3.1. En fonction de leur taux d'extraction

C'est la **quantité de farine obtenue à partir de 100 kg de blé**. Plus le taux d'extraction est fort, plus la farine est complète et donc plus elle contient de son et d'écorce.

1.2.3.2. En fonction de leur taux de blutage

C'est le **complément à 100 du taux d'extraction**.

(*Remarque* : bluter signifie enlever toutes les écorces du blé ainsi que les enveloppes.)

Si le taux de blutage est fort, peu de farine a été obtenue, la farine est alors dite fortement blutée.

Exemple : si le taux d'extraction = 75 % → Taux de blutage = 100 % – 75 % = 25 %.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.2.3.3. En fonction de leur type

Il repose sur les teneurs en minéraux totaux contenus dans la farine.

Pour le pain courant, la farine utilisée est de type 55 (taux d'extraction à 74 %) ce qui signifie qu'elle contient 0,55 g de minéraux pour 100 g de farine. C'est donc une farine très blanche, très raffinée mais très pauvre en minéraux.

En revanche, la farine à pâtisserie est généralement de type 45.

1.2.4. Modifications des qualités nutritionnelles suite à la meunerie

Tableau 60 ■ Comparaison de la valeur nutritionnelle des farines et du germe de blé.

Composition/100 g	Germe de blé	Farine blanche	Farine complète
Protéines (g)	25	10	11,5
Lipides (g)	10	1,3	2,2
Amidon (g)	20,3	70	60,5
Sucres simples (g)	13	1,5	2,1
Minéraux			
Potassium (mg)	871	140	350
Sodium (mg)	9	3	4
Phosphore (mg)	971	120	330
% Phosphore phytique	–	30 à 40%	70 à 75%
Calcium (mg)	55	16	37
Ca/P	0,06	0,13	0,11
Magnésium (mg)	250	20	120
Fer (mg)	7,6	1,2	3,5
Vitamines			
B_1 (mg)	2	0,1	0,4
B_2 (mg)	0,6	0,05	0,13
B_3 (mg)	5,7	0,6	5,5
B_6 (mg)	2,2	0,2	0,4
E (mg)	21	0,3	1,5
Fibres (g)	15,9	3,5	9
Apport énergétique			
kJ	1 370	1 435	1 345
kcal	330	345	320

Le germe est éliminé lors de la fabrication des farines car les lipides qu'il contient les feraient rancir. Il est alors utilisé comme aliment diététique ou ajouté comme complément nutritionnel à certains biscuits ou produits pour petits-déjeuners.

Au cours de la mouture, la farine s'appauvrit donc en *protides, lipides, sucres simples* mais s'enrichit en *amidon* et perd une grande partie des *fibres végétales.*

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Par conséquent, la quantité des principaux nutriments énergétiques s'élève d'où une augmentation de l'apport énergétique.

Lors de l'obtention d'une farine blanche, la lignine disparaît en quasi-totalité puisqu'elle est contenue à la périphérie, et la cellulose baisse très fortement.

Les autres fibres diminuent aussi mais dans des proportions moins importantes.

De plus, près des 2/3 des minéraux sont éliminés, mais le taux d'acide phytique s'étant abaissé, leur CUD s'élève.

Près des 2/3 des vitamines du groupe B sont aussi éliminées. La farine blanche est donc un produit d'apport insuffisant en ces vitamines.

En revanche, la farine à taux d'extraction intermédiaire est moins riche en fibres et en acide phytique que la farine complète ce qui limite leur effet négatif quant à l'absorption des minéraux. Elle contient aussi plus de vitamines du groupe B que la farine blanche.

1.2.5. Les différents types de farines commercialisées

1.2.5.1. La farine ordinaire ou « ménagère »

Elle est constituée d'un mélange de différentes variétés de blés tendre ou de blés durs. Les farines de *blé tendre* seront essentiellement utilisées pour la fabrication du pain alors que les farines de *blé dur* serviront à la fabrication de pâtisseries ou de gâteaux.

1.2.5.2. La farine non blanchie

C'est une farine qui n'a pas été blanchie artificiellement. Son goût est par conséquent plus naturel du fait qu'aucun additif ne lui a été ajouté.

1.2.5.3. La farine à gâteaux

C'est une farine blanche constituée exclusivement de blé tendre moulu très finement. Elle est plus riche en amidon mais contient moins de protéines. On obtiendra ainsi des gâteaux légers mais elle ne pourra pas être utilisée pour la panification.

1.2.5.4. La farine à pâtisseries

Elle est essentiellement constituée de blé tendre mais peut parfois contenir du blé dur. Sa teneur en gluten est faible et elle est moins fine que la farine à gâteaux. Elle est ainsi utilisée pour réaliser des pâtisseries, des biscuits, et elle peut subir la panification.

1.2.5.5. La farine de boulangerie ou la farine à pain

Elle est constituée d'un mélange de blés tendres et sa teneur en gluten trop élevée fait qu'elle ne peut servir à un usage domestique.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.2.6. Valeur nutritionnelle de la farine blanche

1.2.6.1. L'eau = 13 %

La farine est pauvre en eau. Elle peut donc se conserver longtemps.

1.2.6.2. Glucides

Glucides assimilables : **71,5 %** avec :
- 70 % d'amidon : la farine est donc source de glucides complexes ;
- 1,5 % de glucides simples.

Glucides non assimilables (fibres) : **3,5 %**.

1.2.6.3. Protéines = 10 %

Elles sont essentiellement sous forme de **gluten**.
Le CUD de ces protéines est proche de 100 % mais la VB seulement de 52 %.
Le facteur limitant est la **lysine.**

1.2.6.4. Lipides = 1,3 %

Cette teneur est négligeable.

1.2.6.5. Valeur énergétique

Elle est d'environ **1 430 kJ/100 g** (340 kcal/100 g).

1.2.6.6. Minéraux

Calcium = 16 mg/100 g.
Phosphore = 120 mg/100 g.
Le rapport (calcium/phosphore) est de 0,13 ce qui est très faible mais étant donné que 80 % de l'acide phytique a disparu, le calcium est mieux absorbé que dans le grain de blé.
Magnésium = 20 mg/100 g.
Fer = 1,2 mg/100 g.
Sodium = 3 mg/100 g.

1.2.6.7. Vitamines

- Hydrosolubles :
  - vitamine B_1 = 0,1 mg/100 g ;
  - vitamine B_2 = 0,05 mg/100 g ;
  - vitamine PP = 0,6 mg/100 g.
- Liposolubles :

La farine est quasiment dépourvue de vitamines liposolubles.

© Lavoisier La photocopie non autorisée est un délit

1.2.7. Différences nutritionnelles entre le blé et la farine

Il y a plus de glucides dans la farine que dans le blé.
Cependant, il y a moins de :
- lipides ;
- fibres ;
- acide phytique ;
- minéraux ;
- vitamines.

Le gluten reste présent dans la farine mais le déficit en lysine s'est accentué.

1.3. Le pain

1.3.1. Définition

Le mot pain est réservé aux produits de la cuisson de la pâte obtenue par pétrissage d'un mélange de :
- farine de blé ;
- eau potable ;
- sel ;
- agent de fermentation.

Il existe une législation définissant les différentes proportions d'ingrédients à utiliser :
- 100 parts de farine ;
- 60 parts d'eau ;
- 2 parts de sel ;
- 2 parts d'agent de fermentation.

1.3.2. Les matières premières

1.3.2.1. La farine

Elle doit être de bonne qualité c'est-à-dire extraite d'un blé sain, satisfaisant à des conditions strictes d'humidification, de grosseurs des grains et de taux maximum d'impuretés.

La farine utilisée pour fabriquer du pain blanc est de type 55 c'est-à-dire à taux d'extraction 74 %. On dit que cette farine est de **bonne valeur boulangère**.

1.3.2.2. L'eau

Elle doit être potable, non calcaire et ne doit pas contenir trop de chlore ce qui inhiberait la fermentation.

Elle permet d'hydrater le gluten et l'amidon et elle fournit ainsi une mobilité nécessaire aux différents constituants de la farine afin de permettre les réactions

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

chimiques. L'eau permet donc la cohésion de la pâte en liant entre elles les particules de farine.

1.3.2.3. Le sel

Il est important mais non indispensable (on peut fabriquer du pain sans sel).

Il améliore les qualités organoleptiques de la pâte en lui donnant sa saveur.

Il améliore les qualités mécaniques de la pâte : elle est ainsi plus facile à travailler.

Il facilite la levée de la pâte ainsi que sa tenue : elle est ainsi plus ferme.

1.3.2.4. Les agents de fermentation

▶ LE LEVAIN

Afin de fabriquer le levain, le boulanger prélève une petite quantité de pâte sur l'une des fournées du jour. Il la laisse alors reposer plus de 12 heures en ajoutant régulièrement de la farine et de l'eau. De minuscules micro-organismes capables de faire gonfler la pâte se forment alors peu à peu. Ils constituent la **flore du levain** constituée précisément d'un mélange de bactéries acidifiantes (lactiques et acétiques) et de levures. On obtient alors une pâte acide mais qui doit être réactivée par l'ajout d'eau et de farine avant la panification.

L'appellation « pain au levain » ne compte donc aucun ajout de levure industrielle. Cependant, les difficultés et le temps nécessaire pour obtenir du levain sont tels qu'il est de moins en moins utilisé.

▶ LA LEVURE DE BOULANGERIE

C'est un agent de fermentation plus facile à utiliser que le levain car il est produit industriellement. De plus, le résultat est plus rapide et plus uniforme.

Ce sont des champignons microscopiques unicellulaires appelés ***Saccharomyces cerevisiae*** qui servent à ensemencer le pain.

Ils sont ainsi responsables de la **fermentation alcoolique** qui a lieu selon la réaction :

$$\underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Glucose contenu dans la farine}} \longrightarrow \underbrace{2\,CO_2 + 2\,C_2H_5OH}_{\text{Éthanol}}$$

Cette fermentation permet donc la levée de la pâte par le dégagement de CO_2 mais elle permet aussi de faire apparaître des arômes dans le pain.

Remarque : il existe un certain nombre de fermentations intermédiaires qui utilisent à la fois levure et levain. Cette technique est utilisée, la plupart du temps, lors de la fabrication des pains de campagne.

1.3.3. Les produits d'addition

Pour corriger les déficiences des farines, certaines additions sont autorisées dans le pain.

1.3.3.1. Farine de fève

Elle est utilisée à 1 %.

Elle apporte une enzyme : la **lipoxygénase** qui en présence d'oxygène agit sur les acides gras polyinsaturés des lipides du blé.

Ceci permet :

- de renforcer le réseau de gluten en renforçant l'élasticité de la gluténine ;
- de blanchir la mie (car le pétrissage augmente l'action de la lipoxygénase) ;
- d'augmenter le pouvoir émulsifiant de la farine.

De plus, la farine de fève augmente légèrement la quantité de lipides du pain donc accentue ses propriétés rhéologiques.

Elle apporte aussi des protéines nécessaires à la croissance de la levure, d'autant plus qu'une grande partie avait été éliminée lors de la mouture.

1.3.3.2. La farine de soja

Elle est utilisée à la dose maximale de 0,5 %.

Elle a les mêmes effets que la farine de fève.

1.3.3.3. Les lécithines de soja (E_{322})

Elles sont utilisées à la dose maximale de 0,3 %.

Elles s'ajoutent aux lipides de la farine et donnent ainsi plus de souplesse à la pâte.

Elles retardent le rassissement du pain grâce à leur propriété hygroscopique[1].

Elles freinent l'oxydation de la pâte.

1.3.3.4. Les mono et diglycérides d'acides gras (E_{471})

Ils ont les mêmes effets que les lécithines.

1.3.3.5. Le malt[2] de blé, l'extrait de malt et le malt d'orge

Ils apportent des **amylases** corrigeant l'insuffisance des farines. Des sucres fermentescibles (glucose et maltose) seront alors formés à partir de l'amidon et pourront être utilisés par les agents de fermentation ou aider au brunissement de la croûte.

1. Ayant tendance à absorber l'humidité de l'air.
2. Orge ou blé germé artificiellement, séché et réduit en farine.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.3.3.6. Le gluten

Il apporte des protéines supplémentaires ce qui augmente la qualité technologique de la pâte.

1.3.3.7. Le vinaigre, l'acide acétique et l'acide lactique

Ils ont un rôle anti-oxydant, renforcent la souplesse de la pâte, et sont entièrement détruits par la cuisson.

1.3.3.8. L'acide ascorbique (ou vitamine C)

Il sert à blanchir et à fermenter la pâte mais il disparaît à la cuisson.

1.3.4. La panification

1.3.4.1. Les différentes étapes

▶ LE PÉTRISSAGE

Il permet de mélanger tous les éléments constitutifs de la pâte.

Il y a incorporation d'air (donc d'oxygène) qui est responsable de la formation de nouvelles liaisons chimiques entre les différents ingrédients donnant ainsi à la pâte sa plasticité.

Une partie de l'eau se lie au gluten tandis que l'autre reste libre et sert de solvant et de lubrifiant donnant une certaine mobilité à la pâte.

▶ PREMIÈRE FERMENTATION OU POINTAGE

On laisse reposer la pâte dans une cuve ou pétrin à 20-25 °C pour permettre l'activité de la levure. Celle-ci va donc réaliser la fermentation alcoolique en utilisant les oses résiduels de la farine (provenant de la dégradation de l'amidon par les amylases).

Plus la farine a un taux d'extraction élevé et plus les glucides sont en quantité importante.

Il y a donc production de CO_2 qui permet un début de levée de la pâte qui devient alors tenace et plus élastique. De plus, le gluten forme un réseau empêchant le dioxyde de carbone de s'échapper de la pâte.

Le pointage est aussi une étape importante dans la formation de la flaveur du pain (odeur et saveur). En effet, il y formation d'acide propionique, d'acide pyruvique, d'aldéhydes et de cétones aromatisants ainsi que de faible quantité d'acide acétique et d'acide lactique qui sont aussi exhausteurs d'arômes.

▶ DIVISION DE LA PÂTE EN PÂTONS

Ils sont de poids identiques et cette étape se réalise grâce à une peseuse-diviseuse.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Remarque : la pâte doit ensuite être « détendue » quelques instants car cette opération étant mécanique, cela lui enlève un peu de sa souplesse.

▶ FAÇONNAGE OU « TOURNE » DES PÂTONS

Il consiste à donner à chacun des pâtons sa forme voulue selon le type de pain désiré (baguette, épi, boule, couronne…).

Il se pratique grâce à une « façonneuse ».

Pendant cette étape, il y a encore production de sucres fermentescibles (glucose + maltose) toujours grâce à l'action des amylases sur l'amidon qui subiront la deuxième fermentation.

▶ DEUXIÈME FERMENTATION OU L'APPRÊT

Elle se fait aussi dans une enceinte thermostatée (20-25 °C).

La levure utilise encore les sucres fermentescibles pour produire du CO_2 en grande quantité. Retenu par le film élastique et continu du réseau de gluten, ce CO_2 ouvre alors une multitude de petites alvéoles qui font de plus en plus gonfler la pâte. Plus le taux d'extraction de la farine est faible et plus le réseau de gluten se distend sous la poussée du CO_2.

Le volume de chaque pâton est ainsi triplé et il y a là encore production de nombreux arômes.

▶ INCISION SUPERFICIELLE DES PÂTONS

Des petits coups de lame sont donnés sur la partie supérieure des pâtons ce qui forme des incisions.

Elles ont pour but d'éviter les déchirures peu esthétiques de la croûte sous la très forte poussée du CO_2 et sous l'action de la chaleur lors de la cuisson.

Elles permettent aussi d'obtenir de belles arêtes appelées **grignes** dorées et croustillantes qui sont un élément important du « bon pain ».

▶ CUISSON DES PÂTONS

Ils sont placés dans un four chauffé à **230 °C** pendant **15 à 30 min** (en fonction de la forme et du poids du pain) dont on règle l'humidité par injection de vapeur d'eau ce qui évite le dessèchement du pain et permet la formation d'une croûte dorée et brillante.

Sous l'action de la chaleur, les pâtons continuent de gonfler, la mie se forme, l'extérieur se dessèche, durcit et se colore pour donner la croûte :

- *À partir de 60 °C*, une partie des zones cristallines de l'amidon est désorganisée ce qui provoque un gonflement des grains d'amidon : c'est **l'empesage ou gélatinisation**. L'amidon de la mie qui avait une structure « semi-cristalline » prend alors une structure « amorphe » souple. De plus, les amylases fongiques sont inactivées et la levure est détruite.
- *À 70 °C*, les protéines du gluten subissent une dénaturation ce qui augmente leur digestibilité. Il se produit aussi une inactivation des amylases du blé.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- *Au-dessus de 75 °C*, l'expansion du CO_2 s'accroît et l'éthanol s'évapore.
- *Vers 100 °C*, l'eau libre se transforme en vapeur d'eau qui se répartit dans la pâte ce qui accroît son gonflement en même temps que se forment la croûte et la mie. La température de la mie ne dépasse pas 100 °C tandis que la température de la croûte atteint 200 °C.
- *Dès 110 °C*, il y a **dextrinisation** de l'amidon c'est-à-dire dégradation partielle de celui-ci en dextrines.
- *À 150 °C*, il y a torréfaction et grillage des produits glucidiques. Ainsi, au niveau de la croûte, des **réactions de Maillard** ont lieu. Ce sont des réactions entre les glucides et les protéines qui forment des composés bruns appelés **mélanoïdes** qui intensifient donc la coloration du pain.

Remarque : une température de 100 °C est nécessaire pour stériliser le pâton.

▶ LE RESSUAGE OU REFROIDISSEMENT

Après le défournement, on laisse refroidir le pain pendant un temps variable suivant sa forme et son poids.

La vapeur d'eau et le CO_2 diffusent alors à travers la croûte et sont remplacés progressivement par de l'air ambiant.

1.3.4.2. Les différents types de panification

Types de panification	Vitesse du pétrissage	Durée de la première fermentation	Durée de la deuxième fermentation	Qualité du pain obtenu
Classique = ancienne	« normal » 35 à 40 tours/min	3 h à 3 h 30	1 h à 1 h 15	Texture assez dense Mie crème Bon goût
Moderne = accélérée	« intensifié » 80 tours/min vitesse et temps doublés	20 min développement du réseau de gluten plus faible	3 h 30 à 3 h 50 Important dégagement gazeux	Texture aérée et légère Mie blanche Peu de goût et d'odeur
Nouvelle = intermédiaire	« amélioré » 80 tours/min vitesse doublée seulement	1 h à 1 h 30	1 h 30 à 2 h	Densité moyenne Mie légèrement crème Meilleur goût

1.3.4.3. Les substances aromatiques

Ce sont des produits formés lors de la panification qui sont responsables de l'arôme du pain. Environ 200 produits ont été identifiés avec :

– *des acides* comme l'acide lactique, l'acide acétique, l'acide butyrique : plus de 20 acides se forment ainsi ;

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- *des alcools* comme l'éthanol, le propanol, l'alcool amylique : plus de 10 alcools se forment ainsi ;
- *des aldéhydes* comme l'acétaldéhyde : plus de 14 aldéhydes se forment ainsi ;
- *des cétones* : elles sont très nombreuses lors de la fabrication sur levain car la levure ne possède pas toutes les capacités métaboliques des bactéries du levain.

1.3.5. Valeur nutritionnelle du pain blanc

*1.3.5.1. L'eau : **29 %***

Il existe une augmentation de la quantité d'eau par rapport à la farine ce qui diminue la teneur en tous les nutriments d'une manière quasi proportionnelle.

*1.3.5.2. Les glucides : **56 %***

Ils sont représentés essentiellement par de l'amidon (54 %) gélatinisé et hydrolysé en dextrines, facilement dégradables par les amylases salivaires et pancréatiques conférant au pain la propriété d'être facilement assimilable par l'organisme.

Le pain blanc présente un index glycémique élevé (85 %) car proche de celui du glucose.

*1.3.5.3. Les protéines : **8 %***

On note une légère baisse de la teneur protéique au cours de la panification du fait des réactions de Maillard (entre la lysine et les sucres réducteurs) apparaissant au niveau de la croûte. Cependant, leur digestibilité est augmentée.

*1.3.5.4. Les lipides : **1 %** seulement*

Cette teneur est négligeable.

1.3.5.5. Les vitamines

L'adjonction de levure augmente la teneur en vitamines du groupe B mais la cuisson les détruit en partie (surtout la B1) :

- **B_1 = 0,09 mg/100 g** : une baguette couvre environ 20 % des ANC ;
- **B_2 = 0,05 mg/100 g** : une baguette couvre environ 8 % des ANC ;
- **B_3 = 1 mg/100 g** : une baguette couvre environ 20 % des ANC ;
- **B_6 = 0,12 mg/100 g** : une baguette couvre environ 20 % des ANC ;
- **E = 0,18 mg/100 g** : une baguette couvre environ 4 % des ANC, ce qui reste négligeable.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.3.5.6. Les minéraux

Le salage augmente considérablement la teneur en sodium qui atteint **650 mg/100 g**. La quantité de pain autorisée devra donc être contrôlée lors des régimes hyposodés.

Les pains artisanaux contiennent plus de sel que les pains industriels. C'est pourquoi, suite à une recommandation récente de l'AFSSA, les boulangers ont accepté de diminuer de 5 % par an pendant 5 ans la quantité de sel ajoutée dans leurs pains.

Autres minéraux :

- *potassium = 120 mg/100 g* : une baguette couvre environ 60 % des ANC en ce minéral ;
- *calcium = 23 mg/100 g* : une baguette couvre environ 6 % des ANC ;
- *magnésium = 26 mg/100 g* : une baguette couvre environ 15 % des ANC ;
- *fer = 1,4 mg/100 g* : une baguette couvre de 20 à 40 % des ANC mais il s'agit de fer non héminique ;
- *phosphore = 90 mg* et *calcium/phosphore = 0,25* : une baguette couvre environ 30 % des ANC.

Remarque : le pain au levain « digère » l'acide phytique. L'absorption de ses minéraux sera donc améliorée.

*1.3.5.7. Les fibres : **3,5 %***

Le pain blanc participe à la couverture des apports nutritionnels conseillés en fibres puisqu'une baguette couvre environ 25 % des ANC. Cependant, il y participera davantage lorsqu'il sera sous forme de pain complet, au son ou de pain bis.

1.3.5.8. Valeur énergétique

1 130 kJ/100 g (270 kcal/100 g).

1.3.6. Le rassissement du pain

Il se produit dans les 12 à 24 heures après la sortie du four et se traduit par une modification désagréable des propriétés organoleptiques. Ainsi, la croûte devient molle et élastique car l'eau migre jusqu'à elle. La mie au contraire, sèche, durcit et son goût se modifie.

Ceci est dû à une migration du gluten vers l'amidon ce qui provoque une recristallisation de l'amidon qui perd sa forme amorphe et reprend sa forme cristalline. On appelle cela la **« rétrogradation de l'amidon »** Ceci se traduit alors par une diminution de la digestibilité du pain ce qui peut modifier sa valeur nutritionnelle.

Un simple chauffage permet de redonner partiellement au pain rassis une structure souple éphémère.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Pour ralentir la vitesse de rassissement, il faut envelopper le pain dans un torchon en coton et le laisser de préférence dans un lieu relativement humide (bac à légumes du réfrigérateur par exemple).

Le « gros pain » rassit moins vite que la baguette.

1.3.7. Les différents types de pain commercialisés

1.3.7.1. Pain de campagne

Il est à base de farine blanche ou bise (= farine blanche + son), avec addition ou non de farine de seigle. La fermentation est réalisée avec de la levure ajoutée à du levain. Le pétrissage doit être lent. La croûte est farinée.

1.3.7.2. Pain « bis »

C'est un pain fabriqué avec une farine bise de type 80.

1.3.7.3. Pain au son

Sa consommation permet d'enrichir l'alimentation en fibres végétales, en particulier en lignine contenue surtout dans les céréales. Cependant, cette teneur en FAV reste très variable.

Par ailleurs, l'apport important de fibres et d'acide phytique diminue l'absorption de nombreux minéraux dont le calcium.

1.3.7.4. Pain complet

Il est fabriqué avec une farine dont le taux d'extraction varie de 92 à 96 %.

Sa teneur plus élevée en fibres (environ 7 %) confère à ce pain un risque plus faible de constipation et de troubles intestinaux.

1.3.7.5. Pain bio

Il est fabriqué à partir de blé non traité.

Les grains sont écrasés à la meule : la farine sera donc riche en vitamines, son et sels minéraux.

Il est fabriqué avec du levain et soumis aux normes régissant l'agriculture biologique (AB).

1.3.7.6. Pains spéciaux

▶ PAIN DE MIE

Il est enrichi en sucre et en matières grasses et cuit dans un moule. Sa valeur nutritionnelle est la suivante : protéines 8 %, glucides 50 %, lipides 4 %.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

▶ PAIN VIENNOIS

C'est un pain de mie avec en plus du lait et des extraits de malt.

▶ PAIN BRIOCHÉ

Il est enrichi en sucre, matières grasses et œufs.

1.3.7.7. Pain de gruaux

Il est fabriqué avec une farine à forte teneur en gluten car elle est enrichie en gruaux (« fine fleur de froment »). De plus, on y ajoute du lait et des extraits de malt. Il possède une couleur très blanche et sa structure est très aérée.

1.3.7.8. Pain au seigle

Il doit contenir au moins 10 % de farine de seigle complété par de la farine de blé.

1.3.7.9. Pain de seigle

Il doit contenir au moins 65 % de farine de seigle.

1.3.7.10. Pains fantaisie

▶ PAIN SPORTIF

Il est fabriqué avec de la farine de blé, de seigle, de soja ou de coton. Il peut être enrichi en germes de blé, fruits secs, son, graines de courge…

▶ AUTRES PAINS

- Au muesli (mélange de céréales et de fruits secs) ;
- 5 céréales
- oignons
- lardons
- noix
- raisins
- pavot
- cumin
- fromage
- soja…

1.3.7.11. Dérivés du pain

▶ BAGEL

C'est un petit pain juif en forme d'anneau qui se conserve environ trois jours à température ambiante.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

▶ TORTILLA

C'est une mince galette de pain non levé en forme de disque, confectionnée à partir de *farine de maïs*. Elle est à la base de nombreux plats du Mexique (enchiladas, tacos, burritos…).

▶ CHAPATTI

C'est un disque de pain plat à mie légèrement boursouflée et croustillante originaire de l'Inde. Il est généralement confectionné à partir de *farine de blé, de sel et d'eau*.

▶ PITA

C'est un pain de forme ovale, originaire du Proche-Orient et dont la croûte forme une pochette qui peut être farcie. Il peut également servir de pâte lors de la confection de pizza. Il est confectionné à partir de *farine blanche ou de blé entier*.

▶ CHAPELURE

La chapelure est une mie de pain émiettée fraîche ou séchée. On l'utilise pour réaliser des gratins ou des farces et comme épaississant de sauces. Pour fabriquer de la chapelure maison, il suffit de mettre quelques tranches de pain au four (300 °C) jusqu'à ce qu'elles soient complètement séchées et colorées. Une fois refroidies, on les passe au robot ou alors on les émiette avec un rouleau à pâtisserie. On peut aussi utiliser de la biscotte écrasée.

▶ PÂTE PHYLLO

C'est une pâte souple d'origine grecque aussi mince qu'une feuille, préparée à partir de *farine blanche, d'huile, de sel et d'eau*. Elle entre dans la confection de plusieurs pâtisseries ou peut être garnie avec des aliments salés.

▶ PAIN AZYME

Il est uniquement composé de farine de froment et d'eau et n'est pas levé.

1.3.8. Poids des différents types de pain

Ficelle = 125 g
Baguette = 250 g
Flûte = 200 g
Bâtard = 250 g
Pain = 400 g
« Pain de » = 500 g

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.3.9. Comparaison de la valeur nutritionnelle de différents pains (tableau 61)

Tableau 61 ■ Comparaison de la valeur nutritionnelle de différents types de pains (*Répertoire général des aliments,* Ciqual, 1995).

Nutriments	Pain blanc	Pain de seigle	Pain complet
Eau (%)	29	36	36,5
Protéines (%)	8	6,7	9
Glucides (%)	56	49	44
Lipides (%)	1	1	1,8
Fibres (%)	3,5	5,5	7
Magnésium (mg/100 g)	26	33	81
Potassium (mg/100 g)	120	130	225
Calcium (mg/100 g)	23	26	58
Fer (mg/100 g)	1,4	2,4	2
Phosphore (mg/100 g)	90	114	195
Vitamine B_1 (mg/100 g)	0,09	0,18	0,3
Vitamine B_2 (mg/100 g)	0,05	0,11	0,14
Vitamine PP (mg/100 g)	1	1,2	0,3
Vitamine B_6 (mg/100 g)	0,12	0,22	0,21
Vitamine E (mg/100 g)	0,18	1,2	1

1.3.9.1. Le pain blanc

C'est le moins riche en eau (29 g/100 g) car sa teneur en fibres est la plus faible. Or les fibres présentent la propriété de retenir l'eau.

La teneur protéique est intermédiaire avec 8 g/100 g car l'assise protéique est éliminée en grande partie lors de la mouture. Il reste cependant des protéines dans l'amande grâce à la présence de gluten.

C'est le plus riche en glucides assimilables (56 g/100 g) puisque plus une farine est blanche et plus elle contient d'amande (donc d'amidon).

Il contient aussi moins de fibres (deux fois moins que dans le pain complet). L'effet positif des fibres sur le transit intestinal sera donc plus faible. Cependant, les fibres diminuent l'absorption de certains minéraux car elles se lient à des molécules d'acide phytique. Le CUD de ces minéraux sera donc augmenté.

C'est le moins riche en lipides (1 g/100 g) car les lipides se trouvent essentiellement dans le germe qui est éliminé au cours de sa mouture.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

C'est le moins riche en minéraux car le pain blanc est fabriqué avec une farine constituée essentiellement d'amande qui présente la propriété d'être peu minéralisée. De plus, les 2/3 de ces minéraux sont éliminés lors de la mouture.

Il en est de même pour les vitamines.

1.3.9.2. Le pain de seigle

On remarque que les teneurs de ce pain sont en général intermédiaires par rapport au pain blanc et au pain complet :

- il est plus hydraté que le pain blanc de par sa richesse en hémicelluloses qui retiennent l'eau. C'est donc un pain plus laxatif ;
- les teneurs en glucides assimilables sont moins importantes que dans le pain blanc car le pain de seigle est fabriqué avec un mélange de farine blanche et de farine de seigle (au moins 65 %) ;
- les teneurs en protéines sont moins importantes que dans le pain blanc car le seigle est une céréale qui contient moins de protéines végétales que le blé ;
- il y a autant de lipides que dans le pain blanc car là aussi, la mouture élimine le germe, source principale de lipides ;
- les teneurs en fibres sont les plus importantes avec 5,5 g/100 g : intérêt dans le transit intestinal mais diminution de l'absorption des minéraux.

Cependant, le seigle est une céréale plus riche en phytase que le blé. L'absorption des minéraux en sera donc améliorée.

Le pain de seigle est donc un pain qui présente une bonne digestibilité, un goût agréable et une bonne source de FAV.

1.3.9.3. Le pain complet

C'est le plus riche en eau (36,5 g/100 g) grâce au pouvoir hygroscopique de certaines fibres. Il contient moins de glucides assimilables de par sa forte teneur en fibres (7 g/100 g) Celles-ci se trouvent principalement dans l'écorce qui est préservée en grande partie lors de la mouture. Les fibres permettent de lutter contre la constipation et exercent une action positive sur la flore intestinale.

La teneur en protéines est plus élevée car lors de la mouture une partie de l'écorce (dont l'assise protéique) est gardée. Or, c'est à ce niveau que se trouve la plus grande quantité de protéines. Le pain complet est donc légèrement plus satiétant que le pain blanc.

Il est aussi plus riche en lipides (1,8 g/100 g) car le germe et l'assise protéique sont peu éliminés lors de la mouture.

Sa richesse en minéraux est due au fait qu'ils sont essentiellement présents dans l'écorce non éliminée lors de la mouture. Cependant, le pain complet étant plus riche en acide phytique que le pain blanc, leur absorption en sera diminuée. En effet, l'acide phytique a la propriété de fixer les cations bivalents entraînant la formation de sels insolubles.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Sa richesse en vitamines est due à la même raison que précédemment. En effet, l'écorce contient 1/3 des vitamines B_1 et B_2.

De plus, l'augmentation de la teneur en lipides augmente la quantité de vitamines liposolubles et il en est de même pour les vitamines hydrosolubles grâce à la plus forte teneur en eau.

1.3.9.4. Points communs

Ces trois types de pain ont cependant des points communs :
- ils sont riches en **glucides complexes** (amidon) ;
- ils sont sources de **protéines végétales**. Certes, ces protéines ont un équilibre en acides aminés indispensables moins intéressant que les protéines animales, mais elles sont facilement complémentées avec, par exemple, des protéines de légumineuses ;
- leur **rapport calcium/phosphore** est toujours très inférieur à 1 ce qui signifie que le calcium contenu dans ces trois types de pain est mal absorbé ;
- ce sont des sources non négligeables en **vitamines du groupe B**.

Remarques : valeur énergétique pain blanc > valeur énergétique pain de seigle > valeur énergétique du pain complet. La diminution de la quantité de fibres et d'eau augmente donc la quantité de nutriments énergétiques.

De plus, CUD pain complet = 68 % ; CUD pain blanc = 98 %

L'utilisation digestive du pain varie donc avec le taux d'extraction. Pour des taux d'extraction se rapprochant de 100 %, l'utilisation digestive est nettement diminuée. Ceci est dû à la présence de cellulose qui gêne la pénétration des sucs gastriques, provoque une irritation de la muqueuse et accélère le transit intestinal (par augmentation du péristaltisme).

La consommation de pain chaud peut aussi provoquer des troubles digestifs. Ceci est dû au fait que la mie encore chaude contient beaucoup d'eau. Elle s'imbibe ainsi plus difficilement des sucs digestifs et l'amylase hydrolyse l'amidon seulement de manière partielle.

Cette insuffisance de digestion fait arriver dans le côlon une quantité importante d'amidon non hydrolysé. Il va ainsi subir des fermentations produisant des gaz responsables de ballonnements.

1.3.10. Intérêts nutritionnels de consommer du pain

Le pain est une source importante d'énergie d'origine glucidique (en particulier de glucides complexes). C'est donc une des formes essentielles d'apport d'amidon de la ration.

L'apport protéique n'est pas négligeable mais du fait de la présence de facteur limitant, ces protéines végétales nécessitent une complémentation par les aliments animaux voire végétaux tels que les légumes secs ou les graines oléagineuses.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

La consommation actuelle en France est trop faible car les consommateurs lui préfèrent d'autres produits céréaliers à concentration énergétique très forte (plus gras et plus sucrés) favorisant des maladies telles qu'obésité ou maladies cardio-vasculaires.

L'apport en vitamines et minéraux est un peu faible mais cependant non négligeable.

1.4. Les produits de biscotterie : pains spéciaux déshydratés par grillage

1.4.1. Définition et ingrédients

La biscotte est une tranche de pain de mie grillé deux fois.

Le pain grillé est une tranche de pain grillée deux fois.

Ils sont fabriqués à partir de farine, d'eau, de sel, de levure et, pour les biscottes, de matières grasses et de sucre. Le sucre augmente la croissance de la levure et son action fermentaire. Les matières grasses sont constituées en grande partie par du saindoux qui peut être estérifié pour favoriser la friabilité. Sont ajoutés les additifs autorisés : émulsifiants et anti-oxygènes.

1.4.2. Différentes étapes de fabrication

- *Pétrissage* = aération de la pâte et union de ses composants.
- *1re fermentation* en étuve à 25-30° pendant 20 minutes.
- *Façonnage* en pâtons avec laminage[1] provoquant la chasse du gaz carbonique et donc des bulles d'air.
- *Moulage*.
- *2e fermentation* pendant 20 à 25 minutes.
- *Cuisson* dans des fours tunnels de 30 à 40 m de long pendant 7 minutes. Il y a alors :

– évaporation d'eau et d'alcool ;
– gélification de l'amidon ;
– coagulation des protéines ;
– dissolution du CO_2 restant ;
– caramélisation.

- *Démoulage* par retournement ou aspiration.
- *Ressuage* pendant 24 à 36 heures pour éviter que la mie ne colle ensuite à la scie.
- *Découpage ou sciage*.
- *Grillage à haute température* sur un tapis roulant.
- *Conditionnement*.

1. Déformation par compression entre deux cylindres.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.4.3. Valeur nutritionnelle (tableau 62)

Tableau 62 ■ Valeur nutritionnelle des biscottes et du pain grillé (*Répertoire général des aliments,* Ciqual, 1995).

Composition en g/100 g	Biscottes			Pain grillé
	Normales	Sans sel	Au gluten	
Eau	6	6	6	6
Lipides	5	5	5	3
Protéines	10	10	35	10
Amidon	70,6	70,6	46	70,6
Sodium	0,35	–	0,5	0,5

Étant donné que ces produits sont très déshydratés, ils nécessitent une meilleure mastication. L'insalivation qui en résulte augmente donc l'effet de l'amylase salivaire.

Remarque : il existe dans le commerce des biscottes destinées à une alimentation particulière :
- *pour diabétique* : appauvries en glucides et enrichies en gluten ;
- *pour insuffisants rénaux* : appauvries en protéines ;
- *régime sans gluten* : à base d'amidon avec agent de texture ;
- *sans sel* ;
- *au son* ;
- *aux algues* ;
- *sans matières grasses à base de porc…*

Attention car elles sont souvent associées au terme « produit de régime » à cause de leur légèreté de poids (une biscotte pèse en effet de 8 à 10 g) mais si l'on calcule leur valeur énergétique, on remarque qu'elles apportent 1 600 kJ (390 kcal)/100 g (avec 6 % d'eau au maximum) alors que le pain frais (contenant 29 % d'eau) apporte 1 130 kJ (270 kcal)/100 g. La légèreté des biscottes est donc uniquement due à leur dessiccation et leur friabilité. Elles ne présentent donc aucun intérêt diététique supérieur.

1.4.4. Transformations subies par la matière première

Les réactions de Maillard dorent les biscottes et leur donnent leur goût particulier mais elles sont responsables de la destruction d'environ 20 % de la lysine.

L'amidon subit différentes transformations au cours des cuissons :

Amidon —(1^{re} cuisson)→ Empois d'amidon —(2^{e} cuisson)→ Dextrines → Maltose

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Le gluten au cours de la cuisson coagule et se déshydrate ce qui donne une consistance dure et craquante. C'est donc leur texture plus friable et le fait qu'elles n'aient pas fermentées qui les rend plus facilement digestibles que le pain, surtout le pain frais.

1.5. Les produits de biscuiterie

1.5.1. Ingrédients

Qu'ils soient salés ou sucrés, ils sont préparés à partir essentiellement de :
- farine ;
- matières grasses dont la quantité varie avec les recettes ;
- sucre ;
- œuf : ses propriétés moussantes servent dans les meringues, les biscuits à la cuillère, les boudoirs et les génoises alors que ses propriétés émulsifiantes et liantes interviennent dans de nombreux produits comme les madeleines et les cakes.

Et éventuellement de divers produits tels que :
- lait : il rend le biscuit plus moelleux et plus onctueux ;
- miel ;
- fruits secs ;
- fruits ;
- chocolat…

La levée de la pâte est assurée soit par de la levure biologique (crackers) soit par de la poudre levante appelée aussi **levure chimique.** Celle-ci contient des bicarbonates, du carbonate d'ammonium, des éléments acides qui, à chaud et déshydratés, réagissent entre eux et dégagent du CO_2 permettant de faire gonfler la pâte.

Contrairement à la levure biologique, la poudre levante apporte du sodium en quantité importante (≈ 12 g sodium/100 g).

Elle est donc fortement déconseillée lors des régimes contrôlés en sodium. De plus, elle n'a aucun intérêt nutritionnel et peut détruire une grande partie de la vitamine B1 déjà en quantité insuffisante dans les farines blanches.

1.5.2. Fabrication des biscuits

Elle comporte **3 phases principales** :

1.5.2.1. Pétrissage et mise en forme

- *Pâtes dures et 1/2 dures* (*exemple* : petits-beurre) : laminage et découpage à l'aide d'empreintes suivant la forme voulue.
- *Pâtes molles* (*exemple* : boudoirs) : dépôt dans des moules pour la cuisson.
- *Pâtes liquides* (*exemple* : gaufrettes) : acheminement sous tuyauterie jusqu'à un four gaufrier.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.5.2.2. Cuisson

Elle est réalisée dans des fours tunnels et est très rapide (5 minutes en moyenne).

1.5.2.3. Refroidissement

Il a lieu dans un refroidisseur.

1.5.2.4. Décor, enrobage, fourrage

1.5.2.5. Conditionnement et conservation

Les biscuits secs ont une faible activité de l'eau (aw = 0,3) ce qui les protège des micro-organismes. Leur conservation doit cependant avoir lieu à l'abri de l'humidité.

De plus, leurs composants sont sensibles aux réactions d'oxydation et à la lumière. Le conditionnement doit donc être adéquat.

1.5.3. Valeur nutritionnelle des biscuits (tableau 63)

Tableau 63 ■ Valeur nutritionnelle moyenne de quelques biscuits (*Répertoire général des aliments,* Ciqual, 1995).

Nutriments en g/100 g	Biscuit barquette pulpe de fruits	Biscuit chocolaté	Biscuit petit beurre	Biscuit sec	Biscuit à la cuillère	Biscuit pour apéritif, au fromage	Biscuit pour apéritif, sans fromage
Protéines	5,2	6,9	8,2	9	9	11,8	8,4
Glucides	73	60,4	75	69,2	60	49,1	62,9
Lipides	7	24	10,9	12	4,4	28,1	19,6
Fibres	2	3,1	2,2	3,2	n.d.	3,1	3,3

En fonction de leur composition, on distingue **trois types de biscuits** :

- *Les biscuits riches en glucides complexes* comme les biscuits secs, les biscuits à thé, les petits-beurre... Leur valeur énergétique est d'environ 1 700 kJ (400 Cal)/100 g.
- *Les biscuits riches en glucides simples*, tels que les biscuits confiturés, les goûters aux fruits, les boudoirs, le pain d'épices, les barquettes, les génoises, les tartelettes aux fruits, les biscuits roulés, les gaufrettes, les meringues... Leur valeur énergétique est d'environ 1 800 kJ (430 Cal/100 g).
- *Les biscuits riches en lipides* comme les cookies, les biscuits pâtissiers tels les brownies, les biscuits chocolatés, les tartelettes au chocolat, les palets, les sablés, les galettes... Leur valeur énergétique est d'environ 2 100 kJ (500 cal/100 g).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.5.3.1. Les glucides

Les glucides complexes qui proviennent de l'amidon de la farine, constituent la principale catégorie de nutriments des biscuits.

Ainsi, ils représentent des teneurs comprises entre **43 et 73 %**.

En fonction de leur index glycémique, on peut distinguer 3 groupes de biscuits :

- les biscuits à index glycémique bas, riches en fibres ou en lipides ;
- les biscuits à index glycémique intermédiaire, riches en glucides complexes ;
- les biscuits à index glycémique élevé riches en glucides simples.

1.5.3.2. Les lipides

La teneur varie considérablement avec les recettes :

- 7 à 15 % pour les biscuits riches en glucides complexes ;
- 1 à 18 % pour les biscuits riches en glucides simples ;
- 17 à 36 % pour les biscuits riches en lipides.

Les lipides interviennent dans le développement de la saveur et de la couleur des produits. Cependant, très souvent, les biscuits contiennent des huiles hydrogénées.

1.5.3.3. Les protéines

Même si les biscuits sont avant tout une source de glucides, ils contiennent néanmoins une quantité non négligeable de protéines : **de 4 à 11 %.**

Les protéines participent notamment aux réactions de Maillard qui apportent couleur et arômes aux biscuits.

1.5.3.4. Les fibres

Les biscuits contiennent en moyenne **1 à 8 g de fibres insolubles** (favorables pour le transit intestinal), les plus fortes teneurs se retrouvant dans les biscuits préparés à partir de blé complet.

Certains biscuits contiennent également des **fibres solubles** (pectines et gommes) qui proviennent des fruits, du cacao ou des graines qui leur sont ajoutés. Elles ont aussi la propriété de réguler le transit.

1.5.3.5. Les vitamines

L'apport en vitamine est modeste mais non négligeable. Ainsi, les biscuits secs riches en farine contiennent des vitamines du groupe B (B_1, B_6, B_3) mais aussi en quantités moins importantes des vitamines B_2, B_9 et B_5. Des vitamines liposolubles A et E sont apportées par les matières grasses ou les matières optionnelles telles que l'œuf. De plus, la vitamine E est présente dans les biscuits contenant du germe de blé. Les industriels français s'intéressent de plus en plus à la **restauration ou à l'enrichissement** en vitamines des biscuits :

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- la *restauration* consiste à restituer dans l'aliment les teneurs vitaminiques perdues lors des procédés de fabrication et lors des stockages des matières premières et des produits finis ;
- l'*enrichissement* vise à ajouter des vitamines à un niveau tel qu'il garantit que l'aliment est une source de cette vitamine dans l'alimentation.

Conclusion :

Les biscuits sont des aliments céréaliers d'une très grande variété de présentations et de goûts.

Leur apport en glucides complexes est intéressant. De plus, ils peuvent compléter d'autres aliments. Il convient cependant d'être raisonnable quant à la quantité consommée notamment en ce qui concerne les biscuits riches en glucides simples et en lipides. Pour ces derniers, leur consommation ne doit en aucun cas être quotidienne.

1.6. Les produits de pâtisserie et de viennoiserie

1.6.1. Les produits de pâtisserie

Ancêtre des biscuits, la pâtisserie est un mélange à base de farine et d'eau, enrichie en matières grasses, d'œuf, de lait, souvent de sucre, parfois de fruits ou d'autres ingrédients tels que des alcools, des parfums et éventuellement des fruits et des crèmes préparées.

Cependant, ces produits sont un excellent milieu de culture microbien surtout lorsqu'ils contiennent des fourrages à base de crème aux œufs.

C'est donc une cause assez fréquente de **TIAC** (Toxi Infections Alimentaires Collectives) souvent dues à des salmonelles ou des staphylocoques dorés.

C'est pourquoi, en restauration collective, il est conseillé d'utiliser des ovoproduits lors de leur fabrication et de respecter strictement les températures de conservation (< 3 °C).

De plus, leur teneur en eau relativement importante limite d'autant plus leur temps de conservation.

Valeur nutritionnelle des produits de pâtisseries : (Fig. 8)

Il faut donc considérer ces aliments souvent fortement sucrés et gras, comme des compléments énergétiques. Ainsi, même lorsque la présence de lait et d'œuf améliore leur intérêt nutritionnel, ils restent cependant à consommer de manière très limitée.

1.6.2. Les produits de viennoiserie

On retrouve dans cette catégorie les petits pains variés, les croissants... qui sont vendus en boulangerie et consommés dans certains « *fast food* ».

Leur commercialisation ne cesse de croître.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Apports nutritionnels des produits de viennoiserie : (tableau 64)

Tableau 64 ■ Valeur nutritionnelle de différents produits de pâtisserie et de viennoiserie (*Répertoire général des aliments,* Ciqual, 1995).

Composition en g pour 100 g	Eau	Protéines	Glucides	Lipides	Énergie	
					kJ	kcal
Beignet	25,3	6,6	42	21,7	1 630	400
Cake	21,6	5,1	57	13,9	1 560	370
Chouquette	21,5	10	42	24,1	1 790	430
Éclair	52	5,9	29,5	11	1 000	240
Gaufre, fabrication industrielle	25,9	6,9	49	16,5	1 570	375
Gâteau de Savoie	30	10,3	50,7	6,5	1 280	300
Macaron	11,4	9,0	57	20	1 900	450
Madeleine	28	6,1	39,9	22,8	1 620	390
Meringue	1,2	5,4	91,6	1,3	1 680	400
Mille feuilles	44,6	4,5	33	14,8	1 200	285
Muffin	24,2	7,8	49,3	13,9	1 510	360
Tarte aux fruits	46,8	3,2	30	15,9	1 155	275
Brioche	21,9	9,9	40,5	23,3	1 720	410
Croissant	14,8	7,5	55	17,2	1 725	410
Pain au chocolat	22	7,4	46,4	20,7	1 700	400

Sauf les pains viennois restant assez proches du pain (2 % de lipides, 8 % de protéines, 52 % de glucides), ces produits sont moins hydratés, souvent sucrés et ont une teneur lipidique variable assez forte : 23,3 % pour les brioches, 17,2 % en moyenne pour les croissants et 40,5 % pour la pâte feuilletée.

Il faut donc là encore les considérer comme des compléments énergétiques d'une ration par ailleurs équilibrée et leur consommation ne doit en aucun cas être quotidienne.

De plus, leur forte teneur en matières grasses les rend sensibles au rancissement.

1.7. Les produits de pastification

1.7.1. Les semoules

1.7.1.1. Définition et fabrication

Elles sont extraites à partir de blé dur (*Triticum durum*). Comparé au blé tendre, le blé dur a un grain de forme effilée et une teneur protéique plus importante.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Son albumen est plus riche en gluten, en lipides, en minéraux et vitamines (10 à 20 % de plus que le blé tendre) et la qualité de son amidon est différente. Ainsi, les grains restent granuleux même moulus ce qui permet une meilleure résistance à la cuisson.

Leur fabrication est proche de celle des farines :
- *nettoyage* pour avoir un grain industriellement pur ;
- *mouture* avec des broyeurs cannelés (7 broyeurs sont nécessaires) ;
- *envoie des particules sur des sasseurs* où elles sont tamisées.

On obtient 60 à 65 % de semoules et 12 à 15 % de farines nommées **gruaux durs**.

Les semoules sont classées en fonction de leur diamètre :
- *semoules de granulométrie supérieure* pour la confection des potages et des entremets céréaliers ;
- *semoules de granulométrie moyenne* constituant la semoule de cuisine utilisée pour la fabrication du couscous ;
- *semoules de granulométrie fine* destinées à la fabrication des pâtes alimentaires.

1.7.1.2. Valeur nutritionnelle des semoules

Tableau 65 ■ **Composition des semoules, des pâtes alimentaires et du blé précuit (*Répertoire général des aliments,* Ciqual, 1995).**

Nutriments en g/100 g ou mg/100 g	**Pâtes de qualité supérieure**	**Pâtes courantes**	**Pâtes aux œufs**	**Semoule de blé**	**Blé précuit**
Protéines	12	12,5	13,5	12,6	12,1
Glucides	71	71	69,2	70,4	71,9
Lipides	1,4	1,4	3,5	1,2	1,7
Énergie kJ	1 460	1 470	1 540	1 455	1 460
Énergie kcal	350	350	370	350	350
Vitamine B1	0,15	0,15	0,22	0,2	0,2
Vitamine B5	0,3	0,3	0,7	0,44	0,6
Vitamine B6	0,08	0,08	0,12	0,13	0,3
Vitamine PP	2,5	2,5	2,2	2,7	8,4
Magnésium	55	55	60	40	50
Phosphore	167	167	213	143	240
Fibres	5	5	2,8	4	5,4
Calcium	24	24	31	20	26,3
Potassium	236	236	232	193	430,1

NB : les données sont en cru.

1.7.2. Les pâtes alimentaires

1.7.2.1. Étapes de fabrication

À la différence du pain, la fabrication des pâtes s'effectue **sans fermentation ni cuisson**.

Elle comporte 3 grandes étapes :

▶ LA PASTIFICATION

Mélange de la semoule avec de l'eau ; *malaxage ou pétrissage* dans une cuve sous vide afin d'éviter l'apparition de bulles d'air ; *mise en forme* :

- par tréfilage = poussée sous pression à travers des filières[1] pour obtenir les spaghetti, macaroni, coquillettes… ;
- par laminage (nouilles plates, lasagnes, tagliatelles…) ;
- par laminage et empreinte dans des moules appropriés pour obtenir des formes telles que les papillons, alphabets, étoiles…

▶ LE SÉCHAGE

Il a lieu dans des tunnels où souffle un air chaud et humide pour faire descendre l'humidité à 12,5 % ce qui permet une conservation de longue durée.

Ce séchage peut entraîner une diminution de la teneur en lysine et de certaines vitamines. Le temps de cuisson sera aussi un facteur de perte de certaines vitamines (notamment les vitamines B_1 et B_2).

▶ LE CONDITIONNEMENT

1.7.2.2. Réglementation

Deux qualités de pâtes sont reconnues par la réglementation française : les **pâtes de qualité supérieure** et les **pâtes courantes**.

Les pâtes courantes au blé dur ont un taux d'extraction plus élevé et sont légèrement plus intéressantes en protéines.

1.7.2.3. Valeur nutritionnelle des pâtes alimentaires

Les protéines des pâtes comme celles des semoules peuvent être « complémentées » par des protéines de produits laitiers ou de légumineuses.

Exemples : couscous, recettes italiennes à base de viande…

Outre les pâtes « classiques », il existe sur le marché d'autres types de pâtes :

- *enrichies en protéines* par adjonction de lait, gluten, soja, œuf ;
- *pâtes farcies* (à la viande, aux légumes, au fromage…) ;
- *pâtes aux œufs* : L'adjonction d'œufs donne aux pâtes une belle couleur et une meilleure tenue à la cuisson. Elles sont fabriquées avec au moins 3 œufs/kg ;

1. Plaque en métal avec des « trous » de taille différente en fonction du type de pâte choisi.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

- *pâtes destinées à une alimentation particulière* (hypoprotidiques, sans gluten...) ;
- *pâtes fraîches* : elles ne subissent pas de séchage ce qui fait qu'elles se conservent moins longtemps.

Les pâtes sont neutres au goût et faciles à accommoder. Elles ont un index glycémique faible (40 %) : leur effet satiétant à long terme permet donc de les recommander chez les sportifs.

Elles absorbent environ 3 fois leur poids d'eau à la cuisson. *Exemple* : **100 g de pâtes sèches correspond à 300 g de pâtes cuites**. C'est pourquoi, la valeur nutritionnelle des pâtes une fois cuites sera différente avec une moyenne de **: 2 % de protéines et 20 % de glucides**.

1.8. Le blé dur précuit

Ce nouvel accompagnement apparu en 94, est élaboré à partir de grains de blé dur, entier et précuit. Il conserve la majeure partie des nutriments du blé : vitamines, glucides, protéines végétales... sans oublier les fibres alimentaires.

Facile à cuisiner, il se marie avec de nombreux ingrédients.

Valeur nutritionnelle :

- *glucides* : richesse en amidon et index glycémique bas (49) ;
- *fibres* : 5,4 g de fibres/100 g soit environ 1/5^{e} des ANC : il se classe parmi les aliments riches en fibres. Il est donc satiétogène et participe à la régulation du transit intestinal ;
- *vitamines* : richesse en vitamines B_3, B_1 et B_6 qui favorisent l'utilisation par l'organisme des glucides et des protéines.

Exemple : 100 g de blé dur précuit apporte 60 % des besoins quotidiens en B_3.

Conclusion :

Le blé dur précuit est un nouveau féculent qui présente des apports en protéines et en glucides comparables à ceux des pâtes et du riz mais dont la teneur vitaminique (en particulier en B_3) et en fibres leur est légèrement supérieure.

1.9. Le boulghour et le pilpil de blé

1.9.1. Le boulghour

Fabriqué à partir de blé dur entier, il est successivement précuit, séché puis concassé.

On peut le consommer dans les *salades* (*exemple* : le taboulé) mais il est aussi excellent *cuit* pour accompagner le poisson ou la viande.

1.9.2. Le pilpil de blé

Il est fabriqué à partir de grains entiers concassés. Après avoir mis le blé à tremper pendant une dizaine d'heures, il faut le faire cuire dans de l'eau frémissante 30 à 40 minutes. Il se consomme comme le riz.

2. *Le riz*

2.1. Introduction

Le riz est une **graminée** (figure 29) appartenant à la famille des **orysées** qui comporte une vingtaine d'espèces différentes.

C'est la principale ressource alimentaire des régions les plus déshéritées du monde (Asie, Amérique latine et Madagascar).

La consommation en France est de 3,5 à 4 kg/habitant/an ce qui est faible.

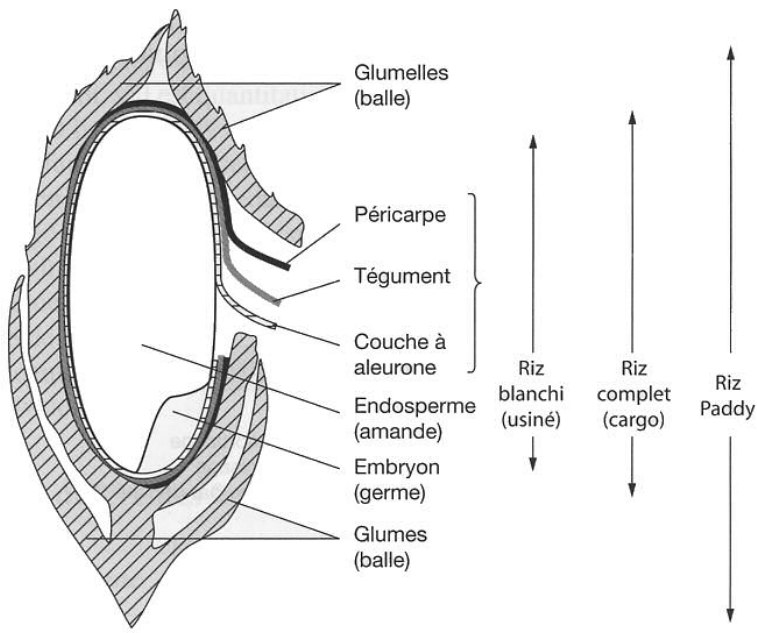


Figure 29 ■ **Coupe de grain de riz paddy.**

2.2. Classification

Deux sous espèces de riz sont cultivées. Celles-ci diffèrent par la forme de leurs grains :

2.2.1. Le riz indica à grains ronds ou riz courant

Sa longueur est ≤ 5,2 mm et son diamètre < 2 mm.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Il est riche en amidon linéaire (amylose) et a tendance à s'agglutiner à la cuisson.

Il convient donc pour les préparations où l'on recherche une certaine onctuosité : il est ainsi utilisé pour les potages et les entremets (riz au lait, gâteau de riz, risotto).

2.2.2. Le riz japonica à grains longs ou riz « de luxe »

Sa longueur > 6 mm et son diamètre > 2 mais ≤ 3 mm. Il ne s'agglutine pas à la cuisson et reste plus ferme car il est riche en amidon ramifié (amylopectine). Il est utilisé pour les hors-d'œuvre ou les plats d'accompagnement (cuisson vapeur, créole ou pilaf).

Cependant, la valeur nutritionnelle de ces deux catégories de riz est identique et il est regrettable que le riz rond soit souvent qualifié « d'ordinaire » tandis que le riz long bénéficie d'adjectifs plus valorisants et pas toujours justifiés.

2.3. « L'usinage » du riz = traitements du riz en vue de sa consommation (figure 30)

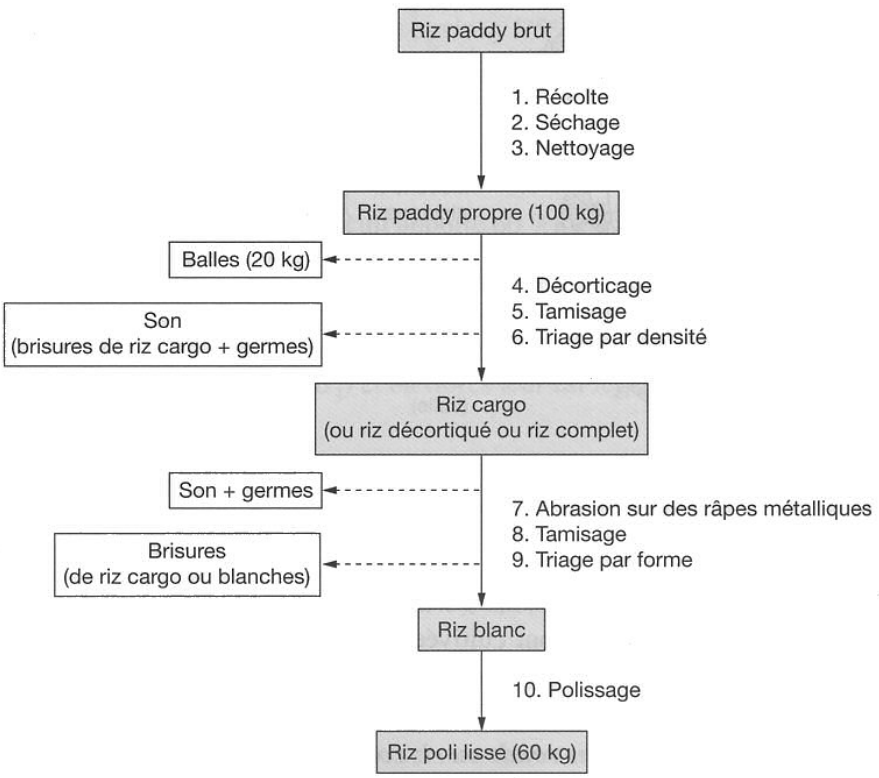


Figure 30 ■ **Usinage du riz.**

2.3.1. Les différents types de riz obtenus lors de l'usinage

Le riz à la récolte est appelé le **riz paddy** ou **riz brut ou riz paille** : il est muni de toutes ses enveloppes. Il est impropre à la consommation et sert de semence pour les nouvelles récoltes.

Le riz privé de ses balles est le **riz cargo** ou **riz complet** ou **riz décortiqué**. Le grain conserve une mince pellicule jaune-brun contenant du son. Il reste donc relativement riche en sels minéraux, vitamines du groupe B et en fibres. C'est un riz long à cuire car la pénétration d'eau est plus lente. Il est vendu sous une forme dérivée appelée **riz brun**.

Le riz usiné est le **riz blanchi** ou **riz blanc** ou **riz mat**. Il donnera le **riz poli** qui ne contient que l'amande car il a été poli par des meules. La couche à aleurone a donc été éliminée. Or, elle est riche en protéines, minéraux et vitamine B_1. C'est la présentation commerciale la plus courante du riz.

2.3.2. Conséquences des différentes étapes de l'usinage

L'usinage du riz a les mêmes conséquences que la mouture du blé : le CUD des nutriments s'élève du fait de la diminution des FAV.

Le riz blanchi, s'il est quantitativement plus faible en protéines que la farine de blé (6,5 % au lieu de 10 %) lui est cependant qualitativement supérieur.

Ceci en fait donc une céréale de choix dans l'alimentation des insuffisants rénaux chroniques où l'on recherche un apport protéique limité en quantité.

L'usinage du riz entraîne aussi une perte minérale souvent proche de 60 % et une perte vitaminique supérieure aux 2/3 par rapport au riz complet. Ceci explique la fréquence du Béri Béri[1] dans les populations réduites à une consommation exclusive de riz poli.

Cependant, la diminution de la teneur en acide phytique augmente le CUD des cations bivalents.

2.4. Les différentes formes de commercialisation du riz (figure 31)

2.4.1. Le riz blanc

C'est la présentation commerciale la plus courante du riz.

2.4.2. Le riz étuvé long (« prétraité ») ou incollable

Il est fabriqué grâce à **l'étuvage** du riz paddy qui consiste à le traiter avant décorticage à la vapeur et à la pression suivie d'un chauffage et d'un séchage.

1. Pathologie provoquée par une carence en vitamine B1 responsable de troubles neurologiques et cardiovasculaires.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit.

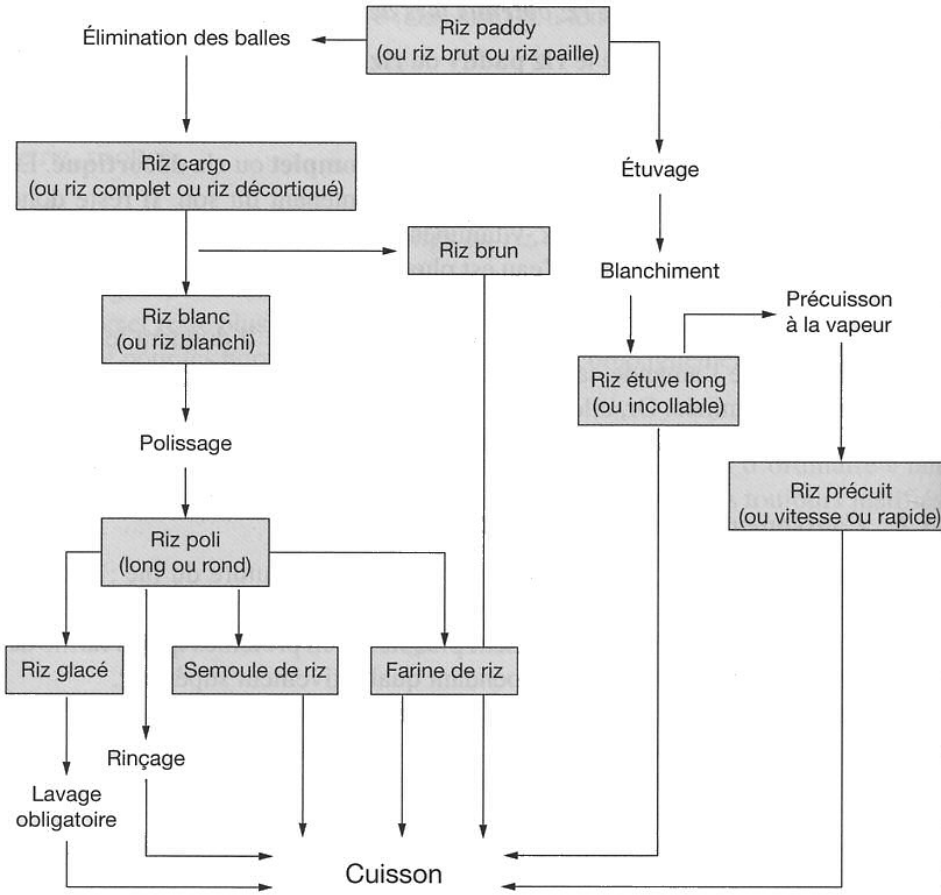


Figure 31 ■ **Les différentes formes de commercialisation du riz.**

Ce traitement préalable facilite l'élimination des balles : le polissage rendu plus facile peut alors être limité et le grain conserve une grande partie de l'assise protéique. Ainsi, il sera légèrement translucide et jaunâtre même s'il blanchira à la cuisson.

Cette technique provoque aussi une migration des minéraux et des vitamines des couches extérieures vers l'albumen. L'étuvage élève donc le rendement nutritionnel du riz blanc final en protéines mais surtout en minéraux et vitamines. Ainsi, il multiplie par 2 le taux de B_1, par 3 celui de B_2 et par 2,5 celui de B_5.

De plus, il gélatinise l'amidon ce qui fait que le riz colle peu à la cuisson. Sa saveur est délicate.

2.4.3. Le riz précuit ou « riz vitesse » ou « riz rapide »

Il subit une **précuisson à la vapeur** dans une étuve alors qu'il était au stade « blanchi » puis il est déshydraté par séchage. Son temps de cuisson sera alors

© Lavoisier — La photocopie non autorisée est un délit

réduit (environ 10 minutes) car la précuisson a rendu le grain poreux facilitant son hydratation. Il est certes aussi « incollable » mais a perdu un peu de sa saveur.

2.4.4. Le riz glacé

Le glaçage consiste à enrober le riz poli avec une suspension de talc dans une solution de glucose. La quantité de talc ne doit pas dépasser 5 g par kilo de riz. Cette technique permet d'améliorer l'apparence du riz. Cependant, les produits de glaçage ayant un mauvais goût, ceux-ci sont à éliminer par lavage du riz avant la cuisson.

2.4.5. Le riz huilé

Il est aussi appelé « **riz camolino** » et vient d'Italie. Le procédé consiste à enduire le riz poli **d'huile de cameline**. Par conséquent, il rancit facilement.

Remarques : les riz glacés ou huilés sont de moins en moins utilisés.

2.4.6. Autres riz particuliers

2.4.6.1. Le riz sauvage ou « Zizani aquatica »

C'est une **céréale aquatique** appartenant à une famille botanique éloignée du riz d'Amérique du nord dont les Indiens se nourrissaient. Son grain noir, fin et allongé a un goût caractéristique de noisette prononcée. Il est souvent mélangé avec plusieurs espèces de riz. Il contient 13 à 17 % de protéines et est aussi plus riche en minéraux et vitamines que le riz blanc.

2.4.6.2. Le riz gluant

C'est une variété asiatique particulièrement collante.

2.4.6.3. Riz parfumés

Exemples : basmati, thaï... Ce sont des riz asiatiques avec des saveurs prononcées.

2.5. Valeur nutritionnelle du riz (tableau 66)

Protéines : la teneur est de 6,5 % avec comme principale protéine la glutéline. Le facteur limitant primaire est la lysine. Leur CUD est de 90 % et leur VB de 80 %.

Glucides : la teneur est de 78 %. Ils sont essentiellement représentés par de l'amidon.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Tableau 66 ■ Valeur nutritionnelle de différents types de riz (*Répertoire général des aliments,* Ciqual, 1995).

Nutriments en g/100 ou en mg/100 g			**Riz blanc, cru**		**Riz blanc étuvé, cru**		**Riz complet, cru**	
Protéines			6,6		6,9		7,5	
Glucides			78,3		78,2		73,9	
Lipides			0,6		0,6		2,8	
Énergie	kJ	kcal	1 520	355	1 520	355	1 530	360
Vitamine B1			0,07		0,22		0,39	
Vitamine B5			1		1		1,5	
Vitamine B6			0,2		0,38		0,51	
Vitamine PP			1,6		3,4		4,8	
Magnésium			35		46		143	
Phosphore			102		130		303	
Fibres			1,4		1,4		3	
Calcium			10		34		21	
Potassium			98		135		223	

Conclusion :

Le riz se prête à de nombreuses préparations qui peuvent être aussi bien salées que sucrées. Il est aussi à la base de certains produits tels que des pâtes alimentaires (« nouilles de riz »), du sirop, du vin, du vinaigre mais peut aussi être moulu en farine et entrer dans la composition de boissons alcoolisées asiatiques telles que le saké.

Son grain d'amidon est petit ce qui le rend facilement attaquable par les enzymes digestives. C'est pourquoi le riz blanc est très utilisé en diététique thérapeutique non seulement pour sa bonne digestibilité mais aussi pour ses propriétés anti-diarrhéiques.

Lors de la cuisson, le riz absorbe environ deux fois son poids en eau. C'est pourquoi **100 g de riz cru correspond à environ 200 g de riz cuit**. On utilisera la même valeur nutritionnelle que les pâtes pour le riz cuit (soit 2 % de protéines et 20 % de glucides en moyenne).

Le riz rond, même s'il colle plus, est plus riche en amylopectine que le riz long, ce qui lui confère une meilleure digestibilité.

La complémentation des protéines végétales du riz se fait facilement avec des aliments d'origine animale ou des légumineuses.

Cependant, étant donné qu'il est dépourvu de gluten, ce n'est pas une céréale panifiable.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit.

3. *Les autres céréales*

3.1. Le maïs

3.1.1. Structure du grain de maïs (figure 32)

La taille du germe est près de 5 fois plus importante que celle du germe de blé.

L'**albumen central** est farineux et sert à la fabrication des farines de maïs. À l'opposé, l'**albumen périphérique** est très peu friable : il sert à la fabrication des semoules.

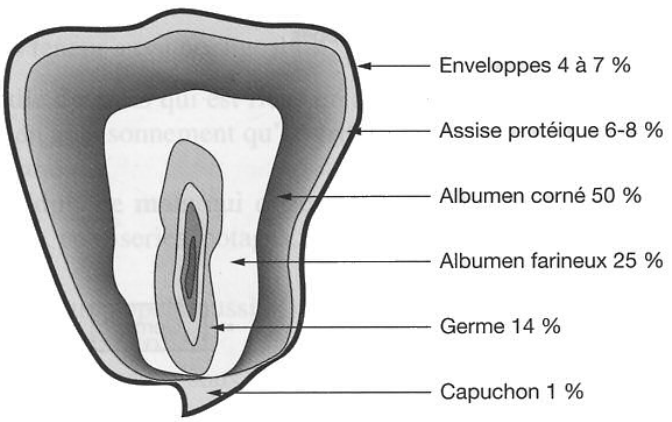


Figure 32 ■ Coupe longitudinale d'un grain de maïs.

3.1.2. Valeur nutritionnelle du maïs

Protéines = 12 % ; glucides = 63 % ; lipides = 4 %.

Le maïs est une céréale dite grasse puisque sa teneur en lipides est supérieure à celle du grain de blé mais ceux-ci sont presque exclusivement répartis dans le germe. Sa forte teneur en amylopectine fait qu'il est rapidement digestible.

Il présente un autre facteur limitant de plus que le blé : **le tryptophane** (ce qui lui fait donc deux facteurs limitants : la lysine et le tryptophane). Or, le tryptophane est le précurseur de la vitamine PP. C'est pourquoi, il existe une maladie endémique ancienne liée à une consommation alimentaire trop exclusive de maïs appelée la **pellagre** qui entraîne des troubles cutanéomuqueux, des inflammations et des troubles psychologiques. Elle est due à l'insuffisance d'apport en tryptophane et par conséquent en vitamine PP.

La complémentation avec d'autres protéines s'avère donc encore plus nécessaire qu'avec le blé.

La teneur en minéraux est un peu plus faible que celle du blé, de même pour la teneur vitaminique mais le maïs contient de la provitamine A sous forme de

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

β-carotène (120 µg/100 g contre 0 µg/100 g dans le blé) qui colore l'albumen. C'est d'ailleurs la seule céréale à en contenir. Il contient aussi de la vitamine E (11 mg/100 g contre 2,5 mg/100 g dans le blé).

3.1.3. La mouture en semoulerie (figure 33)

Elle est difficile car les grains sont de taille variable.

L'élimination du germe est essentielle car sa richesse en lipides provoquerait un rancissement rapide des produits obtenus.

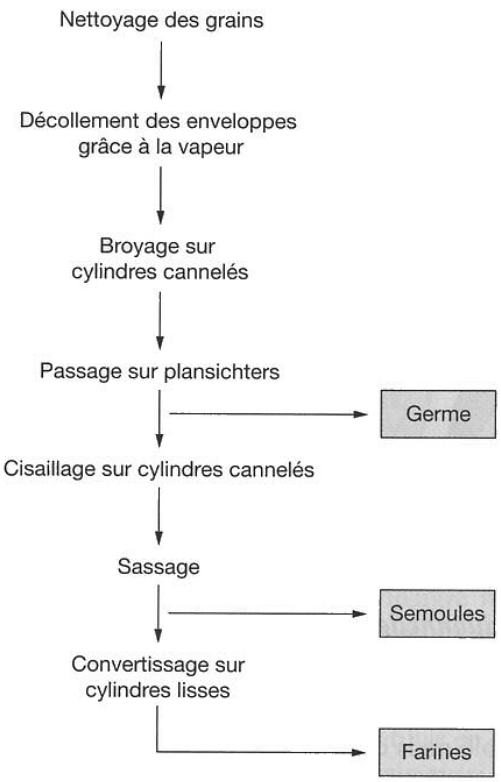


Figure 33 ■ Mouture du maïs.

3.1.4. Les différentes formes de commercialisation du maïs

Différents produits sont fabriqués à partir du maïs :

- Des ***pop corn*** et des ***corn flakes*** qui sont obtenus par éclatement des grains de maïs grâce à la chaleur, ce qui augmente d'environ 30 fois leur volume. Dans ce type de produits, le germe n'ayant pas été éliminé, il reste des acides gras insaturés.
- De la ***polenta*** qui est une semoule de maïs obtenue par un fin broyage des grains de maïs, qui peut ensuite être précuite à la vapeur. Elle est particuliè-

rement intéressante pour les personnes intolérantes au gluten. C'est un plat traditionnel en Italie utilisé comme accompagnement des viandes ou des poissons mais elle peut aussi être consommée sous forme de galettes ou découpées en fines tranches à frire ou à griller afin d'accompagner des fromages, des salades…

- De la **maïzena** qui est une fécule de maïs qui possède un pouvoir liant et gonflant bien supérieur à la farine de blé. Elle convient donc particulièrement lors de la fabrication de sauces ou de crèmes (*exemple* : béchamel). Grâce à ces propriétés, elle entre aussi dans la composition des petits pots pour bébé et de nombreux plats préparés.

Valeur nutritionnelle de la maïzena :
- protéines = 0,3 % : cette teneur est négligeable ;
- glucides = 88 % ;
- lipides = teneur aussi négligeable.

- De **l'huile de maïs** qui est riche en acide linoléique et peut être aussi bien utilisée en assaisonnement qu'en friture grâce à sa bonne résistance à haute température.
- De **l'amidon de maïs** qui est utilisé pour la fabrication de charcuteries, pâtisseries, confiseries, potages, sauces, entremets, desserts, aliments pédiatriques.
- Du **maïs frais** appelé aussi « sweet corn » ou « maïs doux » sous forme d'épis pochés ou grillés.
- Du **maïs en conserve** sous forme égrenée.

3.2. L'orge

Le grain d'orge a sensiblement la même structure et la même composition que le grain de blé. Cependant, il est très pauvre en glutélines ce qui le rend impropre à la panification. De plus, il est riche en fibres solubles qui régularisent le transit et permettent notamment de lutter contre les diarrhées motrices (ou hydriques).

Elle est consommée sous forme :
- *d'orge mondée* : ce sont les grains entiers privés de leur balle. *Valeur nutritionnelle* : protéines = 10,5 %, glucides = 66 %, lipides = 1,5 % ;
- *d'orge perlée* : c'est une semoule d'orge obtenue par polissage et ne contenant que l'amande. Il sert notamment à la fabrication du sucre d'orge. *Valeur nutritionnelle* : protéines = 9 %, glucides = 76 %, lipides = 1,5 % ;
- *de malt ou d'extraits de malt* : ce sont des produits issus de la germination de l'orge qui sont utilisés pour leur apport en enzyme amylasique (facilitant la digestion de l'amidon) et en vitamine B_1. Les extraits de malt, déshydratés en poudre ou en paillettes, contiennent deux à trois fois plus de vitamines que l'orge elle-même.

  Le malt est la matière première de la bière. La farine maltée est utilisée pour la fabrication des préparations infantiles.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

3.3. L'avoine

C'est une céréale de forme allongée de couleur brune qui est entourée d'une balle difficile à éliminer. Par conséquent, le grain même déshabillé est riche en fibres végétales dont la teneur atteint 10 %.

L'avoine contient aussi 15 % de protéines et 58 % de glucides. Il semble avoir une plus grande efficacité protéique que le blé, le seigle ou l'orge. C'est aussi une céréale dite grasse puisqu'elle contient 6,4 % de lipides.

La consommation d'avoine se fait sous forme de biscuits ou farines multicéréales, de porridge (bouillie salée de farine d'avoine entière et de flocons d'avoine). Mais la consommation la plus courante reste les flocons d'avoine sous forme de céréales prêtes à consommer. Ils sont fabriqués grâce au décorticage des grains qui sont ensuite cuits à la vapeur et roulés en flocons plats.

3.4. Le sarrasin

Valeur nutritionnelle :
- protéines = 12 % ;
- glucides = 64,5 % ;
- lipides = 3 %.

À partir du sarrasin, on fabrique de la **farine de « blé noir »** très consommée en Bretagne et qui présente un taux d'extraction peu élevé (45 à 50 %). Sa composition est donc proche de celle de la farine intermédiaire de blé.

Assez amer, il est généralement consommé sous forme de galettes qui sont de grosses crêpes salées ou parfois de biscuits.

3.5. Le millet (ou mil) et le sorgho (ou « gros mil »)

Ils constituent un aliment de base dans différentes régions tropicales.

Valeur nutritionnelle :
- protéines = 10,5 % ;
- glucides = 59 % ;
- lipides = 4 %.

Leurs protéines sont de qualité supérieure à celle du blé, du riz et du maïs. Ils sont faciles à digérer et sont peu allergènes.

La farine extraite du grain entier est utilisée pour la réalisation de bouillies épaisses, galettes, semoules, pains ou beignets.

3.6. Le seigle

C'est la céréale la plus proche du blé mais il est plus riche en lysine que le blé.

3.6.1. Les farines de seigle

Avec un taux d'extraction équivalent, la farine de seigle contient plus de lipides et moins de glucides que celle du blé.

Valeur nutritionnelle :

- protéines = 10 % ;
- glucides = 60 % ;
- lipides = 2 %.

Les FAV sont quatre fois plus représentées avec une teneur de 5,5 %.

Les hémicelluloses sont en quantité plus importante et leur gonflement est responsable de la « levée » du pain de seigle. Il n'y a donc pas formation du réseau de gluten.

De plus, un pH plus faible facilite les liaisons des différents constituants du seigle avec l'eau, donc favorise le gonflement.

La confection de la pâte de seigle correspond donc seulement à un malaxage et à une homogénéisation sans fermentation puisqu'il n'y a pas formation du réseau de gluten.

3.6.2. Composition des pains fabriqués avec de la farine de seigle

Les pains fabriqués avec de grandes teneurs de farine de seigle, en général, à taux d'extraction élevé, sont plus hydratés du fait de la forte teneur en hémicelluloses. De ce fait, la digestion gastrique est ralentie, et ces pains sont assez laxatifs.

Le seigle est aussi plus riche que le blé en phytase, active au cours de la fermentation, d'où une meilleure assimilation des cations bivalents.

3.6.3. Les produits de pain d'épices

Ils sont fabriqués avec un mélange de farine de seigle, matières sucrantes (miel, glucose, mélasse de sucrerie raffinée), épices et aromates.

Valeur nutritionnelle :

- protéines = 3 % ;
- glucides = 70 % ;
- lipides = 3 % ;
- fibres = 2 %.

La teneur minérale et vitaminique est faible.

Ces produits fortement sucrés ont un apport énergétique de 1 400 kJ/100 g (335 kcal/100 g).

3.7. Le quinoa

Les grains de quinoa sont recouverts d'une résine qui mousse au contact de l'eau qui doit donc être éliminée.

On peut l'incorporer à des *potages* ou des *croquettes* mais lorsqu'il est moulu, il est aussi consommé sous forme *de pains, de crêpes ou de muffins*. En Amérique du sud, il est utilisé pour fabriquer la *« chicha »* qui est une boisson alcoolisée.

C'est une excellente source de magnésium, de fer, de potassium et il est plus riche en protéines que la plupart des autres céréales d'autant plus qu'elles sont de meilleure qualité.

Sa valeur nutritionnelle est la suivante :
- protéines : 13 % ;
- lipides : 6,5 % ;
- glucides : 59 %.

4. *Les céréales prêtes à consommer*

4.1. Introduction

En France, ce type de produits n'est apparu que dans les années 70. Ce sont donc des aliments relativement récents que l'on qualifie de « céréales du petit-déjeuner » car elles ont, au départ, été conçues pour ce repas. Cependant, il est tout à fait possible de les consommer en collation.

4.2. Différents procédés de fabrication

4.2.1. Étape commune

On procède à une cuisson indispensable car elle permet la transformation de l'amidon en glucides plus digestibles.

Elle se fait en milieu humide.

4.2.2. Céréales en pétales

Séchage : il permet d'éliminer l'humidité.

Refroidissement.

Roulage c'est-à-dire aplatissement dans des cylindres permettant de donner la forme de pétales.

Grillage à haute température.

+/– Enrobage avec du sucre, du miel, du chocolat…

Si enrobage : séchage.

Conditionnement.

Exemples : corn flakes (pétales de maïs), craky nut, frosties, pétales de blé complet…

4.2.3. Céréales éclatées

Addition de malt, de sel, de sucre sans concassage.

Cuisson à la vapeur.

Séchage.

Laminage des grains entiers : éclatement des parois des cellules intérieures mais les grains conservent leur forme.

Grillage à haute température ce qui provoque un gonflement des grains et leur confère leur forme caractéristique.

Enrobage ou non.

Séchage (si enrobage).

Conditionnement.

Remarque : cette technique augmente la digestibilité.

Exemples : choco pops…

4.2.4. Céréales soufflées

Cuisson des grains entiers à la vapeur à haute température (200 °C).

Soufflage : l'air à l'intérieur du grain subit, grâce à une forte pression, une expansion brutale « soufflant » les parois extérieures. Cela permet de lui donner son croustillant.

Enrobage.

Séchage (si enrobage).

Conditionnement.

Exemples : smacks, rice pops…

4.2.5. Mueslis

C'est un mélange de céréales brutes et transformées auxquelles on ajoute des fruits secs, des graines oléagineuses, du sucre, du malt…

Exemples : country crips, cruesli au chocolat, muesli complet, muesli sans sucre…

4.3. Valeur nutritionnelle

4.3.1. Énergie

Elles sont **riches en énergie** (en moyenne 1 600 kJ/100 g soit 400 kcal/100 g) majoritairement d'origine glucidique (jusqu'à près de 90 % de l'énergie totale).

4.3.2. Glucides : 37 à 88 %

Il y a une très grande variabilité entre les céréales : les plus riches sont les chocolatées et les moins riches les mueslis ou les céréales riches en fibres.

4.3.3. Protéines : 5 à 15 %

Cette teneur, même parfois faible, leur permet cependant de participer à la couverture des besoins en protéines végétales.

4.3.4. Lipides : 2 à 20 %

Là encore, les teneurs sont très variables et les plus riches sont les céréales fourrées.

4.3.5. Autres sources

Elles sont aussi sources ou riches en fibres pour la plupart d'entre elles (les teneurs varient cependant de *1 à 40 % environ*).

Elles sont riches en vitamines en particulier du *groupe B* (certaines le sont aussi en *vitamines C et E*) et en certains minéraux (*fer, calcium, magnésium...*), en grande partie par enrichissement avec ces nutriments lors de leur fabrication.

5. Conclusion générale : place des produits céréaliers dans l'alimentation

5.1. Évolution de la consommation des produits céréaliers

En France, la consommation de pain est délaissée puisque actuellement elle représente 160 g par personne et par jour alors qu'il est recommandé d'en consommer environ 200 à 300 g par jour.

Cette diminution est due à plusieurs raisons :

- *augmentation du niveau de vie* : plus le niveau de vie est élevé, plus la consommation de pain est faible ;
- *facteurs idéologiques* : pendant longtemps, le pain a été un symbole de santé. Puis, on a accusé le pain de faire grossir. Il a alors été détrôné par la viande (« gagner son beefsteak ») ;
- *facteurs liés à l'évolution du mode de vie* : le pain n'est plus souvent considéré seul mais plutôt un aliment qui accompagne un plat. Or, de nos jours, on se nourrit beaucoup moins de soupe, de plats en sauce qui nécessitent du pain.

Les Français ont donc malheureusement pris l'habitude de remplacer le pain par d'autres produits céréaliers plus gras et plus sucrés tels que les viennoiseries ou les pâtisseries.

5.2. Place souhaitable

La quantité recommandée en produits céréaliers dépend des besoins énergétiques de chaque individu (tableau 67).

Tableau 67 ■ Recommandations journalières en produits céréaliers.

	Enfants	**Adolescents**	**Adultes**	**Seniors**
Pains ou équivalents	100 à 200 g	200 à 300 g	200 à 300 g	200 g
Féculents	60 à 70 g	60 à 120 g	70 à 100 g	70 à 100 g

Les quantités de féculents sont données en poids cru.

5.3. Intérêts alimentaires des produits céréaliers

5.3.1. Intérêts de par leur composition

Les produits céréaliers doivent occuper une place de choix dans notre alimentation puisqu'ils doivent représenter la **base de la pyramide alimentaire**. Il faut donc en consommer, à chacun des principaux repas sous forme de plat principal ou de complément (entrée ou dessert glucidique)... sans oublier le pain ou équivalents.

5.3.1.1. Les glucides complexes

Ils sont assimilés progressivement ce qui permet de réguler la sensation de faim et de limiter la constitution de réserves de graisses. De plus, ils potentialisent l'assimilation des protéines.

Ce sont aussi les nutriments énergétiques essentiels au fonctionnement des cellules glucodépendantes (muscles, cerveau et globules rouges).

5.3.1.2. Les protéines végétales

Elles sont présentes en quantité non négligeable et contribuent à satisfaire le besoin en protéines d'autant plus qu'elles sont pratiquement sans lipides associés.

Même si elles sont carencées en lysine, elles peuvent être facilement complémentées avec d'autres groupes d'aliments (produits laitiers, légumes secs)

5.3.1.3. Les fibres alimentaires

Les produits céréaliers en sont une source privilégiée contribuant à la satisfaction des ANC. Elles améliorent, régulent le transit intestinal et jouent un rôle important dans la prévention de certaines maladies (cancers du côlon, maladies cardiovasculaires, obésité, diabète...).

5.3.1.4. Les vitamines

Grâce à leur teneur non négligeable en vitamines du groupe B, les produits céréaliers améliorent le rendement énergétique de l'organisme en facilitant la bonne assimilation des macronutriments. Ces vitamines participent aussi à l'équilibre général notamment nerveux.

La présence parfois de vitamine E, anti-oxydant, ralentit le vieillissement des cellules.

La présence de vitamine PP favorise la croissance.

5.3.1.5. Les minéraux et oligo-éléments

Les minéraux (magnésium en particulier) et les oligo-éléments (fer, cuivre, zinc) présents dans les produits céréaliers contribuent à couvrir une partie des ANC en ces micronutriments.

5.3.1.6. L'eau

Les produits céréaliers sont peu riches en eau ce qui constitue un atout pour leur conservation. Cependant, au moment de la cuisson, certains, (pâtes, riz, semoule), prennent deux à trois fois leur poids en eau ce qui leur permet de participer à l'apport hydrique quotidien.

5.3.2. Intérêts pour chaque population

5.3.2.1. Chez les enfants

Dès le plus jeune âge, les glucides complexes sont introduits progressivement dans l'alimentation du nourrisson, mais c'est seulement à partir d'un an et demi à deux ans que l'on commence vraiment à introduire les glucides simples.

Dès cet âge, un équilibre doit donc commencer à s'installer quant à la nature des glucides consommés. Or, trop souvent, les glucides complexes sont insuffisamment représentés au profit des glucides simples.

Outre les problèmes dentaires engendrés par le saccharose, sa surconsommation provoque souvent un dérèglement des habitudes alimentaires : les enfants grignotent entre les repas et n'ont plus faim pour le repas principal. Heureusement dans bien des cas, ils apprécient les pâtes, les pommes de terre, voire le pain, et leur consommation aux repas permet :

- d'éviter ou du moins de limiter les grignotages grâce à leur effet satiétant ;
- de limiter le « coup de fatigue » par hypoglycémie (bien décrit par les professeurs) grâce à l'assimilation lente de leurs glucides complexes ;
- d'apporter plus de vitamines, minéraux et fibres que les aliments dits « à calories vides ».

De plus, les produits céréaliers étant des aliments de goût assez neutre, ils faciliteront la consommation de fromage, de viande, de poisson ou de légumes nécessaires à l'équilibre et à la diversité du repas.

5.3.2.2. Chez les adolescents

L'apport énergétique est primordial à cet âge et, si on ne veut pas déséquilibrer la ration par les lipides, il est indispensable, là encore, de faire une large place aux produits céréaliers afin de fournir l'énergie nécessaire sous forme de glucides complexes.

Ils devront donc être présents à chaque repas mais il conviendra de surveiller leur mode d'assaisonnement (matières grasses, ketchup, fromage) afin de limiter l'excès énergétique.

Plus encore que la valeur énergétique, la répartition nutritionnelle doit aussi être contrôlée. *Exemple* :

- 1 cheeseburger + 1 portion de frites = 2 175 kJ (520 kcal) dont 43 % apportés par les lipides ;

– 1 portion de spaghetti à la bolognaise = 2 175 kJ (520 kcal) dont 35 % apportés par les lipides.

Il faudra aussi être particulièrement attentif vis-à-vis des adolescentes, souvent soucieuses de leur ligne, qui suppriment les produits céréaliers au profit de sucres simples, jugés, à tord, moins énergétiques et plus faciles à consommer « sur le pouce ». Cela est évidemment peu satisfaisant sur le plan nutritionnel.

5.3.2.3. Chez les adultes bien portants

Les recommandations pour les adolescents quant à la diminution de produits riches en saccharose sont aussi de rigueur chez les adultes de par la prévention de maladies telles que l'obésité ou les MCV.

En moyenne, une femme adulte devrait consommer 150 à 200 g de pain par jour et un homme adulte de 200 à 250 g.

5.3.2.4. Les personnes âgées

Le moment du repas reste l'un des meilleurs moments de la journée chez une personne âgée. Or, très souvent, cette population est carencée en vitamines, en minéraux (notamment en calcium), mais aussi en protéines et en énergie. Les problèmes nutritionnels les plus fréquents se rencontrent chez les personnes très âgées, de plus de 75 ans, isolées et/ou diminuées physiquement : leur ration alimentaire peut être inférieure à 6 300 kJ (1 500 kcal), ce qui empêche la couverture des besoins en ces nutriments.

La consommation de produits céréaliers est donc à encourager auprès de cette population pour plusieurs raisons :

– *raisons nutritionnelles* : apports de vitamines du groupe B, de fibres, de glucides complexes. Indirectement, la consommation de ces produits peut augmenter l'apport en calcium lorsqu'ils sont associés aux produits laitiers (*exemples* : pâtes au gruyère, riz au lait, purée de pommes de terre…). Ils permettent donc de lutter contre l'ostéoporose ;
– *raisons économiques* : ce sont des produits peu chers (*exemple* : une portion de pâtes revient à moins de 20 centimes d'euros) ;
– *raisons pratiques* : ce sont des produits faciles à transporter, à stocker et leur mode de cuisson est simple et assez rapide ;
– *raisons hédoniques* : ce sont des aliments auxquels les personnes âgées sont habituées depuis très longtemps (image d'aliments traditionnels pour certaines d'entre elles), de consistance molle et de goût agréable.

5.3.2.5. Chez les sportifs

• Avant l'effort, les glucides complexes contenus dans les produits céréaliers permettent de constituer les réserves glucidiques des muscles qui seront ensuite utilisées c'est-à-dire pendant l'effort.

Ainsi, le dernier repas (trois heures avant l'effort) sera léger (pour éviter tout travail de digestion pendant l'effort) mais céréalier (riz au lait, muesli…).

• Au cours d'un effort intense, les réserves sont pratiquement épuisées après 30 à 45 minutes. La consommation de produits céréaliers (sous forme par exemple de barres de céréales, pain d'épices, biscuits secs) limite ainsi les crampes et réduit la fatigue.

• Après l'effort, il est conseillé de faire un repas léger à base de céréales, de légumes et de fruits ce qui permet de recharger doucement l'organisme en sucres, minéraux et vitamines.

Ne pas oublier non plus que l'apport hydrique est essentiel pendant et surtout après l'effort et les produits céréaliers peuvent y contribuer. Ainsi, une belle assiette de pâtes ou de semoule contient près d'1/2 L d'eau.

5.3.2.6. Chez les femmes enceintes

Les produits céréaliers participent à l'équilibre et à la variété de l'alimentation de la mère et du fœtus. Anti-fringale, ils réduisent le grignotage et contribuent à limiter la prise de poids (l'excès de poids constitue un risque pour le bébé et la future maman).

Ils permettent sous un faible volume (pain et fromage, semoule ou riz au lait, brioche au lait) de faire des collations équilibrées et ainsi de fractionner les repas dans les cas de nausées (début de grossesse) ou de difficultés à ingérer de « gros » repas (fin de grossesse).

Ils permettent aussi de lutter contre la constipation qui est un trouble fréquent chez la femme enceinte.

5.3.3. Produits céréaliers et diététique thérapeutique

5.3.3.1. Céréales et surcharge pondérale

Grâce à leur digestion lente et progressive, les produits céréaliers limitent le stockage des graisses et facilitent l'amaigrissement. Ils évitent aussi les fringales et permettent ainsi d'attendre le repas suivant sans avoir faim.

Lorsqu'ils sont peu assaisonnés (*exemple* : avec du coulis de tomates) et consommés en quantité contrôlée ils constituent un apport énergétique modéré.

5.3.3.2. Céréales et maladies cardiovasculaires (MCV)

La prévention des MCV passe par une **alimentation de type méditerranéenne** dans laquelle les produits céréaliers occupent une place centrale.

5.3.3.3. Céréales et diabète

Lorsque la digestion des produits céréaliers est progressive, elle est favorable à une sécrétion régulière d'insuline. Ils doivent donc être intégrés à chaque repas.

De plus, chez le diabétique, le fractionnement des repas est indispensable pour améliorer l'utilisation des glucides. Une ou deux collations dans la journée sont donc conseillées notamment à base de produits céréaliers de faible index glycémique.

5.3.3.4. Céréales et troubles intestinaux

Elles améliorent le transit intestinal :
- *en l'accélérant* grâce aux fibres des céréales complètes ;
- *en le ralentissant* grâce au riz et ses dérivés qui sont de grands capteurs d'eau.

Elles permettent aussi de lutter contre les **colopathies fonctionnelles**. En effet, le riz, les pâtes et la semoule sont totalement digérés dans l'intestin sans subir de fermentation ce qui améliore le confort intestinal et limite les ballonnements ainsi que les douleurs intestinales.

7

Les légumes et les fruits

Introduction

Avec les céréales, les légumes et les fruits ont longtemps constitué la base de l'alimentation humaine. Cependant, aujourd'hui, dans la plupart des pays occidentaux, nous consommons peu de végétaux et ils ne servent souvent qu'à accompagner les plats principaux. Or, il a été démontré un **lien étroit entre une consommation élevée de légumes et de fruits et la prévention de certaines pathologies**. Il serait donc souhaitable qu'ils occupent à nouveau une place importante dans notre alimentation.

La distinction entre les termes légumes et fruits se fait selon leur mode de consommation : ainsi, on considère comme *légumes* les aliments consommés en plats salés (hors d'œuvre, accompagnement des aliments protidiques, salades) alors que les *fruits*, grâce à leur saveur sucrée, sont plutôt consommés comme dessert. Cependant, de plus en plus, de par notamment l'évolution de la gastronomie, certains fruits sont utilisés comme légumes (*exemple* : plats sucrés-salés).

Remarque : le terme « frais » est souvent utilisé pour désigner les légumes et les fruits en général alors qu'il n'est plus satisfaisant dès lors qu'ils sont consommés cuits ou sous forme appertisée. Il permet cependant de les opposer aux légumes secs, aux fruits secs et aux fruits oléagineux.

De même, le terme « légumes verts » est aussi inapproprié puisque cette couleur n'est pas celle de tous les légumes.

1. *Classification des légumes et des fruits*

1.1. Classification des légumes

Les légumes sont des plantes potagères dont on consomme, selon les espèces, différentes parties.

▶ LES LÉGUMES RACINES

Exemples : carottes, navets, céleri-rave, salsifis, radis, radis noir, betterave, panais, rutabaga…

▶ LES LÉGUMES TIGES

Exemples : asperge, céleri branche, bette, chou-rave, cœur de palmier, rhubarbe, cardon, pousse de bambou, fenouil, salicorne…

▶ LES LÉGUMES TUBERCULES

Exemples : pomme de terre, patate douce, manioc, topinambour, crosne, igname…

▶ LES LÉGUMES BULBES OU GOUSSES

Exemples : poireau, ail, oignon, échalote, ciboule…

▶ LES COURGES ET LES CUCURBITACÉES

Exemples : citrouille, courge, courgette, pâtisson, concombre, cornichon, potiron…

▶ LES LÉGUMES FEUILLES

Exemples : épinards, oseille, chou vert, chou rouge, chou de Bruxelles, chou chinois, salades (laitue, batavia, romaine, frisée, chicorée, scarole, mâche, endives, cresson, pissenlit, ortie, roquette), feuille de vigne et condiments verts.

▶ LES INFLORESCENCES OU LÉGUMES FLEURS

Exemples : chou-fleur, brocoli, artichaut…

▶ LES LÉGUMES FRUITS OU FRUITS LÉGUMIERS

D'un point de vue botanique, ce sont en fait des fruits mais consommés en légumes.

Exemples : tomate, aubergine, poivron, avocat, olive…

▶ LES POIS ET HARICOTS

Exemples : haricots verts, haricots beurres, petits pois, pois « mange-tout »…

▶ LES LÉGUMES SECS

Exemples : flageolets, fèves, lentilles, pois cassés…

▶ LES GERMES

Exemple : « Germes de soja » qui proviennent de la germination de la graine du haricot mungo.

▶ LES CHAMPIGNONS

Ils sont classés à part car ce sont des végétaux non chlorophylliens.

▶ LES ALGUES

Même si les algues ne sont pas véritablement des légumes, on a tendance à les nommer « **légumes de la mer** » d'autant plus que leur utilisation culinaire est très proche.

1.2. Classification des fruits

1.2.1. Classification générale

Tableau 68 ■ Classification générale des fruits.

Fruits aqueux ou frais	**95 % des fruits** se trouvent dans ce groupe. On les appelle aussi **fruits à jus**. Ils sont riches en eau.
Fruits amylacés	Ce sont les châtaignes et les marrons.
Fruits oléagineux	Ils regroupent l'avocat, la noix de coco (ou coprah), l'olive.
Graines oléagineuses	Ils regroupent l'amande, la noisette, les noix, l'arachide, les pignons, les graines de tournesol, les graines de sésame…
Fruits secs ou fruits séchés	Ce sont les dattes, raisins, figues, abricots, mangues, papayes, pommes, bananes, prunes… séchés.

1.2.2. Classification des fruits aqueux ou fruits frais (tableau 69)

1.3. Classification alimentaire

On qualifie de **crudités** les légumes et les fruits consommés crus.

On qualifie de **cuidités** les légumes et les fruits consommés cuits.

On qualifie de **légumes condiments**, les aromates utilisés pour relever la saveur des plats. *Exemples* : persil, aneth, basilic, laurier, cerfeuil, coriandre, menthe, citronnelle, origan, romarin, marjolaine, sauge, estragon, thym, ciboulette, ail, échalotes, épices, cornichons…

Tableau 69 ■ Classification des fruits frais ou fruits aqueux.

Fruits sucrés	Leur teneur en **sucre est élevée** d'où une faible acidité. On y trouve : – Les fruits à noyau : pêche, abricot, cerise, brugnon, nectarines, mirabelle, quetsche, reine-claude… – Les fruits à pépins : pomme, poire, coing, nèfle du japon, melon…
Fruits acides	Ils sont **fortement acide**s mais cette acidité peut être masquée par la forte teneur en sucres de certains fruits. Ils regroupent : – Les agrumes : orange, citron, pamplemousse, pomelo, lime, mandarine, clémentine, bergamote, kumkat… – Les baies acides : groseille, fraise, framboise, mûre, cassis, physalis…
Fruits fortement sucrés	Ils contiennent **16 à 20 % de sucre**. On y trouve : le raisin de table, la banane, la datte fraîche.
Fruits exotiques ou tropicaux	Ils regroupent : ananas, banane plantain, fruit de la passion, goyave, kaki, mangoustan, grenade, litchi, mangue, ramboutan, kiwi, chérimole, carambole…

2. *Qualités organoleptiques des légumes et des fruits frais*

2.1. La saveur et l'arôme

Ces qualités dépendent :
- de la teneur en sucres des légumes et des fruits frais ;
- du pouvoir sucrant de ces sucres qui varie selon chaque espèce et son degré de maturation ;
- de la variété du végétal ;
- des facteurs de culture ;
- de la teneur en acides organiques qui fournissent des arômes ;
- de la teneur en tanins à saveur astringente ;
- des composés volatils odorants nombreux (plus de 500) qui sont spécifiques à chaque végétal.

2.2. La couleur

Elle est due à des pigments dont l'intensité varie au fur et à mesure de la croissance du végétal.

2.2.1. *Les pigments colorés présents naturellement dans les végétaux*

▶ LES PIGMENTS LIPOSOLUBLES

- ***Les chlorophylles***

Elles sont responsables de la couleur verte des végétaux. Leur couleur peut varier selon les traitements physico-chimiques subis par les végétaux (*exemple* : la cuisson transforme les chlorophylles vertes en chlorophylles brunes ou verts olive).

- ***Les caroténoïdes jaunes et orangés***

Certains d'entre eux ont des propriétés provitaminiques A. *Exemple* : le β-carotène présent notamment dans les carottes, les abricots... Ces pigments sont sensibles à la chaleur mais plus encore à l'oxydation et à la lumière. C'est pourquoi, certains végétaux se décolorent lorsqu'ils sont appertisés, déshydratés congelés ou surgelés.

▶ LES PIGMENTS HYDROSOLUBLES

C'est le cas de certains **polyphénols** :

- *les flavonoïdes* : de couleur jaune claire à jaune d'or ;
- *les anthocyanes* qui, liés à un ou plusieurs glucides, donnent des pigments bleus en milieu basique (par exemple, en présence d'eau dure) et rouges en milieu acide (par exemple, avec du citron). Ces pigments sont caractéristiques des choux, des betteraves, des raisins rouges, des cerises...

2.2.2. *Les pigments formés lors du brunissement enzymatique*

Certains phénols comme les tanins et les flavonoïdes subissent un **brunissement sous l'action d'enzymes**. Les pigments formés sont bruns ou noirs et sont appelés des **mélanines** mais des couleurs intermédiaires existent telles que : le rose, le rouge ou le bleu-noir. Ils sont responsables de l'altération de la couleur du végétal.

Le brunissement enzymatique peut cependant être évité lors des traitements technologiques grâce :

- *au blanchiment* qui inactive les enzymes d'oxydation ;
- *au froid* qui ralentit l'action de ces mêmes enzymes ;
- *à l'addition de composés réducteurs* tels que l'acide L ascorbique (ou vitamine C) ;
- *à l'immersion des fruits* dans des sirops de sucre ;
- *à l'abaissement du pH* : en effet, l'action des enzymes responsables du brunissement est inhibée à pH inférieur à 5. C'est pourquoi, on additionne de l'acide citrique dans certaines conserves appertisées ou certains légumes issus de la 4^{e} gamme mais on peut aussi tout simplement utiliser du jus de citron ou du vinaigre lors des techniques ménagères ;

– *à la conservation sous vide* ;
– *à l'utilisation du dioxyde de soufre ou de ses dérivés.*

Conclusion : si l'on souhaite consommer des végétaux crus, il est conseillé de les couvrir après épluchage afin de limiter leur exposition à l'oxygène de l'air.

Remarque : il semble cependant que les produits formés lors du brunissement enzymatique aient un rôle de protection contre les micro-organismes qui dégradent les végétaux.

2.3. La consistance

Elle est due à un équilibre entre les fibres alimentaires présentes dans les parois des cellules végétales et les glucides (l'amidon en particulier), qui évoluent au fur et à mesure du vieillissement du végétal.

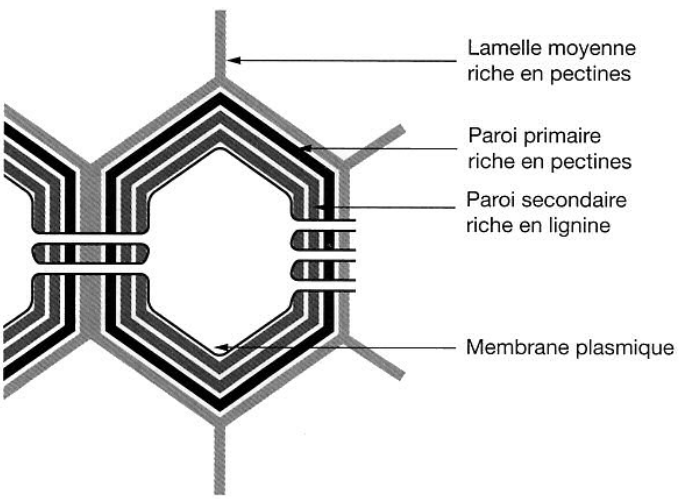


Figure 34 ■ Schéma de la structure des parois des cellules végétales.

Les parois des cellules végétales sont des structures **semi-rigides** qui entourent leur membrane cytoplasmique et qui évoluent pour permettre la croissance de la plante. Elles permettent aussi de protéger les cellules végétales vis-à-vis des bactéries, des virus ou des champignons.

La *paroi primaire* est synthétisée en premier par les cellules végétales et celle-ci est riche en pectines. Puis apparaît la *paroi secondaire* qui est particulièrement riche en lignine et donc plus rigide que la paroi primaire. La *lamelle moyenne* est l'espace interpariétal situé entre deux cellules et elle est aussi riche en pectines qui rattachent les cellules végétales les unes aux autres.

Dans les végétaux jeunes, les pectines seront donc très représentées puis, lorsque le végétal vieillit c'est-à-dire murit, les hémicelluloses, la cellulose mais aussi la lignine prendront de plus en plus d'importance. À l'inverse, les pectines sont dégradées sous l'action d'enzymes et les tissus ramollissent.

2.4. La turgescence[1]

Elle est responsable de la **fermeté** des végétaux et elle dépend :
- *de leur teneur en eau* qui varie selon l'intensité de la respiration du végétal ;
- *de l'hygrométrie*[2] lors de leur stockage ;
- *des échanges* qui ont lieu au cours de leur cuisson ;
- *des pertes d'eau* existant lors de leur décongélation ;
- *de leur capacité de réhydratation* lorsqu'ils ont été antérieurement déshydratés.

3. *Valeur nutritionnelle comparée des légumes et des fruits frais* (tableau 70)

4. *Facteurs de variation de la valeur nutritionnelle des légumes et des fruits frais*

4.1. Facteurs de variation naturels intervenant avant la récolte

4.1.1. La variété

Exemple : la composition des pommes en vitamine C varie selon la variété :
→ 10 mg dans les golden → 50 mg dans les reinettes

4.1.2. L'emploi d'engrais

Ils modifient les teneurs protidiques, glucidiques et minérales des végétaux : une utilisation abusive va donc souvent à l'encontre du but recherché. Par exemple, un *excès de potassium* (comme c'est le cas dans de nombreux engrais) peut limiter l'incorporation du magnésium car leur fixation sur les végétaux est compétitive. De même, *l'utilisation d'engrais nitratés* n'entraîne pas une élévation qualitative des protéines mais enrichit les végétaux en **nitrates** (dont l'excès est nocif pour l'organisme).

C'est pourquoi, l'agriculture biologique présente de nombreux avantages car elle met au point des cultures qui réduisent l'apport de ce type d'engrais.

1. État de rigidité des tissus végétaux vivants.
2. Humidité de l'atmosphère.

Tableau 70 ■ Analyse nutritionnelle comparative des légumes et des fruits frais *(Les valeurs sont données pour 100 g de partie comestible).*

Composants	Légumes frais	Fruits frais	Analyse comparative et conséquences
EAU	*Teneur moyenne :* **90 %** **Les plus aqueux** sont : Concombre : 96 % Courgette, laitue, radis : 94,5 % Endives, tomates : 94 %	*Teneur moyenne :* **85 %** **Les plus aqueux** sont : Fraise : 89,5 % Papaye : 89,4 % Pomelo : 89 % Citron : 88,5 % Melon : 88 %	Les légumes et les fruits frais sont une **source importante** d'eau. Ils participent donc à la **couverture hydrique** de l'organisme et sont **peu énergétiques** (sauf les tubercules). Ce sont aussi les matières premières des **boissons**.
GLUCIDES ASSIMILABLES (en g/100 g) • Analyse quantitative des glucides assimilables	*Teneur moyenne* : **5 %** avec dans le détail : *27,5 %* : ail *18 à 22 %* : maïs doux, patate douce, igname ; 15 % : pomme de terre *8 à 12 %* : fond d'artichaut, betterave, petit pois, échalote ; *5 à 7 %* : carotte, haricot vert, oignon *3 à 4 %* : aubergine, citrouille, choux, navet, poireau, radis, asperge, poivron, courgette ; *2 à 3 %* : concombre et courge, chou brocoli, céleri-rave, salsifis, tomate, oseille ; *≤ 1* : bette, céleri-branche, épinard, salades, avocat, champignons.	*Teneur moyenne* **: 12 %** avec dans le détail : *16 à 20 %* : banane, raisin, datte fraîche ; *12 à 15 %* : prunes, cerises douces, figues, brugnon, mangue, kaki ; *10 à 12 %* : fruits à pépins, abricot, ananas, mûre, myrtille, prunes et cerises acides, kiwi ; *5 à 9 %* : baies acides, coing, orange, fruit de la passion, pastèque, papaye ; *2 %* : citron et citron vert.	Les glucides sont les seuls **macronutriments en quantité non négligeable** mais les **fruits sont plus sucrés** que les légumes. Leur **pouvoir sucrant** est fonction du glucide principal qui les compose. (pouvoir sucrant : glucose < saccharose < fructose)
• Analyse qualitative – Glucose – Fructose – Saccharose	**La teneur en oses est faible**.	Ces trois types de glucides existent et le pourcentage diffère selon les fruits.	La saveur sucrée est plus ou moins masquée par les autres constituants. Les sucres stimulent l'appétit.
– Amidon	Il est peu représenté sauf dans la patate douce et la pomme de terre.		La présence d'amidon rendra ces végétaux plus farineux au goût et plus énergétiques.
– Sucres indigestibles : - Inuline - Autres sucres (tréhalose)	Fond d'artichaut, crosne, topinambour Champignons, salsifis, topinambour	Litchi	Non assimilables, ces glucides sont fermentescibles dans le côlon.

Tableau 70 ■ Analyse nutritionnelle comparative des légumes et des fruits frais *(Les valeurs sont données pour 100 g de partie comestible).* (suite)

Composants	Légumes frais	Fruits frais	Analyse comparative et conséquences
ACIDES ORGANIQUES – Acides citrique, malique, tartrique, succinique…	Teneur assez faible : la sensation d'acidité est donc moyenne.	En quantité plus importante : **0,5 à 1,4 %**	Ils dérivent du métabolisme glucidique dans le végétal. Le PH acide stimule l'appétit. Ces acides solubilisent les cations bivalents et favorisent leur absorption.
– Acide benzoïque			Il est diurétique et est éliminé par le rein.
– Acide oxalique	En grande quantité dans l'oseille, l'épinard, le bulbe de céleri, la bette et la rhubarbe. Ces végétaux sont par conséquent interdits lors des lithiases (formation de calculs rénaux)	On en trouve dans les baies mais en très faible quantité.	Il insolubilise les cations bivalents et donc abaisse leur absorption.
CONSTITUANTS AROMATIQUES			Ils sont **très nombreux** et leur donnent leur goût et leur parfum spécifique.
LIPIDES	Teneur ***inférieure à* 1 %**	Teneur ***inférieure à* 1 %**	Ces teneurs sont **négligeables** mais elles permettent l'apport de **vitamines liposolubles** telles que les *provitamines A et la vitamine E.*
PROTIDES	*Teneur moyenne :* **1 %** sauf les graines de légumineuses, l'ail et les petits pois : 6 %.	*Teneur moyenne :* **0,5 %**	Cette teneur est faible dans les légumes et négligeable dans les fruits. De plus, ce sont des **protéines végétales de faible CUD**.
VALEUR ÉNERGÉTIQUE	**130 kJ en moyenne (30 kcal)** **Peu énergétiques, très volumineux**, les légumes sont considérés actuellement comme très utiles dans les **régimes hypocaloriques**, d'autant plus que leur teneur en fibres alimentaires potentialise cet effet. Une **exception** cependant : les **tubercules** qui libèrent entre 300 et 400 kJ (70 à 100 kcal). C'est pourquoi on les incluera dans le groupe des féculents.	**200 kJ en moyenne (50 kcal)** (300 à 350 kJ pour les fruits les plus sucrés).	Les légumes et les fruits frais sont donc **peu énergétiques** grâce à leur forte teneur en eau et leur faible teneur en lipides.

Tableau 70 ■ Analyse nutritionnelle comparative des légumes et des fruits frais *(Les valeurs sont données pour 100 g de partie comestible).* (suite)

Composants	Légumes frais	Fruits frais	Analyse comparative et conséquences
OLIGOÉLÉMENTS – Sodium	• > **60-100** : céleri-rave, fenouil, pissenlit, épinard • **60-100** : betterave, navet, persil, artichaut, cresson, carotte • **20-10** : chou vert, laitue, chou-fleur, brocoli, poireau, radis, ail • < **10-5** : échalote, champignon, avocat, pomme de terre, oignon, maïs, tomate • < **5** : haricot vert, endive, oseille, asperge, aubergine, concombre, courgette	Apport faible : **3 mg** en moyenne	Les légumes les plus riches en sodium font l'objet d'une utilisation contrôlée dans des **régimes hyposodés**.
– Potassium	**300 mg en moyenne** 400 mg dans les pommes de terre, la patate douce et la plupart des légumes feuilles. ≤ 200 mg dans le concombre, le poivron, l'oignon et l'endive	**200 mg en moyenne** 130 mg : pomme, poire, pomelo 300 mg : abricot, kiwi, groseille, goyave, melon 400 mg : banane, cassis	Les légumes et les fruits sont riches en potassium d'où un contrôle des quantités consommées lors des **régimes hypopotassiques**.
– Calcium	**50 mg** en moyenne *Les plus riches* : persil, pissenlit, cresson, épinards, fenouil, brocoli, haricot vert, chou vert	**30 mg** en moyenne *Les plus riches* : cassis, orange, groseille, mûre, châtaigne, kiwi	Les légumes et les fruits (sauf ceux riches en acide oxalique) couvrent **20 à 30 % des apports conseillés en calcium** d'autant plus que le rapport Ca/P est généralement supérieur à 1.
– Magnésium	**20 mg** en moyenne	**10 à 15 mg** en moyenne	Apport relativement **faible**
– Fer	**Source appréciable :** *Moyenne* **: 1 mg.** Si les épinards apportent 2,7 mg de fer, son CUD est de 1 à 5 % du fait de la présence d'acide oxalique. *Les plus riches* : persil (5,5 mg), cresson, pissenlit, fenouil, oseille, petit pois, ail, brocoli, artichaut, champignon, salsifis, asperge.	Source plus faible *Moyenne* : **0,6 mg** Les baies acides en sont cependant riches.	CUD peu élevé en général mais il est augmenté grâce à la **vitamine C**.

Tableau 70 ■ Analyse nutritionnelle comparative des légumes et des fruits frais *(Les valeurs sont données pour 100 g de partie comestible).* (suite)

Composants	Légumes frais	Fruits frais	Analyse comparative et conséquences
VITAMINES – Acide ascorbique ou vitamine C	• ≥ **100 mg :** persil, poivron, oseille, brocolis soit plus de la moitié des ANC • ≥ **50 mg :** chou fleur, épinard, cresson, fenouil • **30 à 40 mg** : pissenlit, mâche, petits pois, asperge, ail • **20 à 30 mg** : radis, navet • **10 à 30 mg** : poireau, tomate, haricot vert, pomme de terre, carotte, maïs, betterave • **5 à 10 mg** : artichaut, céleri-rave, concombre, laitue, courgette, oignon, aubergine, endive, champignon • < **5 mg** : salsifis, échalote	• ≥ **200 mg** : goyave, cassis • < **50 mg** : orange, citron, citron vert, kiwi, papaye, fraise • > **30 mg** : groseille, mandarine, mangue, litchi, clémentines, pomelo, mûre • ≥ **20 mg :** fruit de la passion, framboise, myrtille • > **10 mg** : ananas, cerise, coing, datte fraîche, banane • < **10 mg** : abricot, poire, prune, raisin, pêche, pomme	Les **fruits** sont une **source remarquable de vitamine C** d'autant plus s'ils sont consommés crus et avec leur peau. Par contre, les légumes, mêmes consommés crus, nécessite souvent un épluchage et un râpage ce qui diminue fortement leur teneur en cette vitamine.
– Vitamines du groupe B	La plus représentée est la vitamine B9. Les teneurs varient de **0,02 à 0,2 mg.** Les plus riches sont les **légumes à feuilles** qui peuvent couvrir la moitié des apports conseillés en cette vitamine.	Les teneurs en vitamine B9 sont **plus faibles** et varient de **0,004 à 0,1 mg** Le fruit le plus riche en vitamine B_9 est le melon	La **vitamine B_9** est indispensable à la synthèse des globules rouges et des protéines. La carence d'apport est particulièrement grave chez la **femme enceinte** (risque de malformation fœtale). La consommation de végétaux riches en cette vitamine leur est donc particulièrement recommandée.
– Provitamine A (essentiellement les carotènes)	*Les plus riches* (≥ **2 mg**) sont : légumes feuilles, potiron, carotte	*Les plus riches* (≥ **0,4 mg**) sont : mangue, abricot, melon, kaki, papaye, fruit de la passion, pêche, cerise	Les plus riches participent donc à la couverture des besoins mais ils doivent être complétés par l'apport en vitamine A d'origine animale au moins pour les 2/3. Les carotènes sont des pigments liposolubles qui donnent aux végétaux une **couleur** jaune orangée. Ce sont de puissants **anti-oxydants**.
– Vitamine E	**0,5 à 3 mg** dans les légumes feuilles colorés. *Le plus riche* : fenouil (6 mg)	Apport généralement plus faible *Le plus riche* : kiwi (3 mg)	Les légumes surtout peuvent participer aux ANC en vitamine E.
– Caroténoïdes non vitaminiques	Il s'agit du lycopène des tomates.	Il s'agit du βxanthophylle des pêches.	Ce sont de puissants **anti-oxydants**.

Tableau 70 ■ Analyse nutritionnelle comparative des légumes et des fruits frais *(Les valeurs sont données pour 100 g de partie comestible).* (suite)

Composants	Légumes frais	Fruits frais	Analyse comparative et conséquences
FIBRES VÉGÉTALES • Étude quantitative	**Teneur moyenne : 3 %** *Les plus riches* (> 3 g) : topinambour, chou, persil, céleri-rave, salsifis, poireau, pissenlit, fenouil, avocat, carotte, haricot vert, oseille, brocoli	**Teneur moyenne : 3 %** *Les plus riches* (≥ 3 g) : groseille, fruit de la passion, cassis, framboise, coing, goyave, grenade, myrtille	Ce sont essentiellement des **fibres solubles** qui jouent un rôle essentiel dans la régularisation du transit digestif en **luttant contre les diarrhées motrices** (diarrhées hydriques). Elles sont aussi **hypocholestérolémiantes** et **diminuent la glycémie postprandiale**.
• Étude qualitative – lignine	Elle représente moins de 4 % des fibres totales.	Elle représente moins de 20 % des fibres totale. (25 % dans les baies)	Les fruits sont plus riches en lignine mais cette quantité reste **faible** par rapport à celle des céréales complètes.
– cellulose	Elle représente 50 % des fibres totales. (près de 65 % pour les choux)	Elles représentent environ 25 % des fibres totales. Les plus riches sont la pomme et la banane.	**Les légumes sont plus riches en cellulose.**
– hémicelluloses	Elles sont en faible quantité	Elles représentent près de 50 % des fibres totales.	**Les fruits sont plus riches en hémicelluloses.**
– pectines	On en trouve essentiellement dans la tomate, la betterave et la carotte.	Les teneurs varient de 0,5 à 1,7 % : leurs **propriétés gélifiantes** par chauffage en présence de sucre est utilisée pour la fabrication des confitures et des gelées. Les *fruits les plus riches* sont : cassis, coings, groseilles, pommes, raisins…	Les pectines ont un effet antidiarrhéique : c'est pourquoi, elles sont fréquemment utilisées en diététique thérapeutique. (*exemple* : gelée de coing)

4.1.3. Les conditions climatiques et le mode de culture (en serre ou en plein champ)

Trois composantes sont essentielles pour permettre la croissance des végétaux : **l'humidité, la chaleur et la lumière**. Afin de contrôler la croissance et ralentir ainsi le murissement, on limite la formation des fibres végétales, en réduisant l'exposition des végétaux à la lumière. Or, cela engendre une diminution de l'incorporation minérale et de la synthèse vitaminique (en particulier la vitamine C). La valeur nutritionnelle finale est donc amoindrie.

De plus, il a été démontré que les teneurs vitaminiques n'atteignent leur maximum que pendant la saison normale de culture c'est-à-dire lorsque celle-ci est réalisée **en plein champ**. Ainsi, si l'on pratique une **culture en serre** avec modulations de la lumière, de l'hydratation et de la température, on obtient des végétaux toute l'année mais les teneurs vitaminiques seront plus faibles.

De même, si l'on pratique la **culture hors sol** (c'est-à-dire sur un sol artificiel synthétique avec pour chaque type de végétal un support spécifique contenant des substrats spécifiques), les végétaux poussent alors très vite. Ils seront donc très riches en eau et fades. De plus, leurs teneurs en vitamines (notamment en vitamine C) seront aussi plus faibles par rapport à la culture en plein champ.

Cependant, il est important de noter que même si le mode de culture en plein champ est utilisé, il y a une **variation de la teneur en vitamines en fonction des saisons**.

Exemple : teneur en vitamine C de la tomate en fonction des mois :
Mars : 12 mg/100 g
Juin : 15 mg/100 g
Août : > 20-24 mg/100 g
Septembre : 20 mg/100 g
Novembre : < 15 mg/100 g

4.1.4. L'état de maturité de la plante

La teneur en vitamines et minéraux est maximale quand le végétal a atteint son plein état de maturité dans les conditions naturelles. La cueillette précoce, pour des raisons de transport et de stockage, limite donc les synthèses vitaminiques et l'incorporation minérale.

4.1.5. Les zones considérées du végétal (tableau 71)

En général, la partie externe c'est-à-dire la plus ensoleillée, est la plus riche en vitamines et minéraux. Cependant, la nécessité de l'épluchage qui permet non seulement la consommation du végétal mais aussi l'élimination des parties les plus riches en pesticides nuit donc souvent à l'apport en ces nutriments. De plus, les parties vertes contiennent au moins trois fois plus de vitamine C que les parties blanches (*exemple* : poireaux).

Tableau 71 ■ Teneurs en vitamine C (mg/100 g) de différents légumes en fonction de la zone considérée.

Légume	Partie verte	Partie blanche
Poireau	40	10
Pissenlit	72	2
Chou	90	30
Asperge	50	18
Fruit	**Partie périphérique**	**Pulpe**
Orange	150	40 à 60
Pomme Golden du Quercy	12	2,6
Pêche	15 à 40	6 à 15

4.1.6. La maturation

Les légumes et les fruits atteignent leur saveur et leur consistance optimale lorsqu'ils sont mûrs « à point ». Cette **maturation** a lieu essentiellement pour les fruits et elle correspond à un ensemble de réactions chimiques et enzymatiques qui permettent :

- *la formation de sucres* : leur teneur augmente au détriment de l'amidon qui disparaît progressivement, remplacé par du saccharose, puis en partie par du fructose et du glucose ;
- *la formation d'essences* grâce à la synthèse des composés de l'arôme ;
- *la formation de vitamines* : par exemple, la vitamine C est synthétisée au cours de la maturation ;
- *des modifications au niveau des pigments* : la chlorophylle est dégradée ce qui démasque les pigments caroténoïdes et les anthocyanes synthétisés lors de la maturation : le fruit prend alors une couleur jaune rouge ;
- *la diminution des acides et des tanins* : l'action enzymatique diminue l'acidité donc le rapport global sucre/acide s'élève. Le fruit devient alors plus sucré, d'autant plus que la quantité de tanins à saveur astringente diminue ;
- *le ramollissement des fibres* : les hémicelluloses des parois cellulaires subissent une régression. De plus, les pectines sont solubilisées et dépolymérisées. Tout ceci contribue au ramollissement du végétal.

Conclusion :

L'ensemble de ces modifications dépend donc du climat (température, ensoleillement, pluviosité). De plus, les fruits dégagent de l'éthylène qui est un gaz jouant un rôle très important dans leur maturation. On peut par conséquent la retarder après la cueillette en les soumettant à une atmosphère enrichie en CO_2 et à une baisse de température. En effet, cela à pour conséquence de diminuer la quantité d'éthylène produite.

Exemple : les bananes cueillies vertes dans les îles sont mûries en métropole dans de grandes « mûrisseries ».

Un problème se pose cependant : l'état de maturation optimal est très court. En effet, les caractères organoleptiques des végétaux baissent rapidement (surtout pour les fruits) par diminution des oses et diholosides et par modification des fibres végétales. Aussi, pour augmenter la durée de l'entreposage à l'état frais, la cueillette a lieu avant la maturité et une réfrigération est immédiatement appliquée ce qui retardera la maturation.

4.2. Facteurs intervenant après la récolte

4.2.1. Variations au moment du stockage

Le stockage permet :
- d'assurer le transport ;
- d'assurer le temps de commercialisation et ainsi de proposer à la vente certains produits à production très saisonnière (*exemple* : les pommes).

Or, même après la récolte, les végétaux sont **vivants**, c'est-à-dire qu'ils **respirent**, ce qui provoque :

1. un catabolisme des glucides ;
2. une consommation d'O_2 ;
3. une libération de CO_2 ;
4. une libération d'eau ;
5. un dégagement de chaleur.

Au fur et à mesure que le stockage se prolonge on assiste à :
- *une augmentation de **1*** : le végétal perd alors du poids, se déshydrate et se flétrit. Les qualités organoleptiques sont alors diminuées et il perd de sa saveur ;
- *une diminution de **2** et une augmentation de **3*** : il se produit alors une déviation du métabolisme cellulaire vers la formation d'alcool responsable aussi d'une baisse des qualités organoleptiques : le végétal noircit et sa saveur devient désagréable ;
- *une augmentation de **4*** : cela favorise la multiplication de certains micro-organismes ;
- *une augmentation de **5*** : cela accentue les phénomènes enzymatiques donc la dégradation du végétal. Ainsi, les vitamines les plus fragiles telles que la vitamine C et certaines vitamines du groupe B (B_1, B_9, B_{12}) sont partiellement dégradées. Ceci est surtout vrai pour les légumes car les fruits sont protégés par une peau plus épaisse.

La respiration est donc fonction :
- *de la structure du végétal* en particulier du rapport surface/volume (*exemple* : les légumes feuilles sont beaucoup plus sensibles que les légumes racines) ;

- *de l'épaisseur de l'épiderme et de ses protections* : ainsi certains végétaux sont recouverts de poils (pêches) ou sont volontairement recouverts de cires protectrices (pommes, tomates) ;
- *de la température* de stockage ;
- *des teneurs gazeuses* appliquées lors du stockage ;
- *de l'hygrométrie* de l'ambiance de stockage.

La respiration est donc plus faible pour les légumes racines et les graines de légumineuses mais elle sera d'une manière générale plus forte pour l'ensemble des légumes et les fruits qui s'acheminent vers la sénescence.

4.2.2. Variations au moment des préparations culinaires

La perte de nutriments lors des préparations culinaires est due à trois phénomènes :

1. *la dissolution* des éléments hydrosolubles ;
2. *l'oxydation* due à la présence d'O_2 ;
3. *la destruction* par la chaleur qui a lieu lors des cuissons.

▶ INFLUENCE DE L'ÉPLUCHAGE, DU RÂPAGE, DU LAVAGE ET DU DÉCOUPAGE

- ***L'épluchage et le râpage***

L'épluchage est souvent nécessaire pour éliminer les parties périphériques non consommables et les produits de traitement indésirables. Le *râpage* permet de faciliter la consommation de certains végétaux (*exemple* : carottes râpées).

Cependant, pour certains végétaux, ce sont les parties périphériques qui sont les plus riches en principes nutritifs. L'épluchage et le râpage doivent donc être **modérés ou évités si possible**.

De plus, ils entraînent une importante quantité de déchets plus ou moins variable par rapport au poids initial du végétal :

- **< 10%** pour les fruits légumiers ;
- **10 à 30 % pour la plupart des légumes** ;
- **> 30 %** pour les inflorescences, radis, céleris, champignons ; et certaines salades : scaroles, pissenlits ;
- **≥ 60 %** pour les pois, artichaut ;
- **10 à 20 % pour la plupart des fruits** ;
- **20 à 30 %** pour les agrumes et bananes.

C'est pourquoi, la valeur nutritionnelle des légumes et des fruits est toujours évaluée par rapport à la partie comestible.

Remarque : ces pertes augmentent aussi avec le vieillissement des végétaux dû à leur enrichissement en fibres végétales qui nécessitent alors un épluchage plus important.

- ***Le lavage***

Il est **indispensable** d'autant plus si les végétaux ne sont pas épluchés. Il doit être **soigneux**, c'est-à-dire réalisé dans de l'eau additionnée de quelques gouttes d'eau de javel ou de vinaigre mais doit être rapide c'est-à-dire **sans trempage excessif** pour éviter la dissolution des nutriments hydrosolubles et l'oxydation de la vitamine C dans l'eau de lavage. De plus, un trempage peu excessif évite aux végétaux de se gorger d'eau par osmose.

- ***Le découpage***

Attention car **il ne faut surtout pas découper pendant le lavage**. Le découpage est nécessaire pour une meilleure utilisation digestive et une meilleure mastication. Il provoque une augmentation de la surface de contact entre le végétal, l'air et la lumière ce qui augmente l'oxydation de la vitamine C. **Il ne faut donc pas couper les denrées trop longtemps avant leur consommation** (temps inférieur à 1 heure). L'oxydation peut cependant être limitée en citronnant ou en ajoutant du vinaigre sur les végétaux (car c'est un phénomène qui se produit en milieu basique).

▶ INFLUENCE DE LA CUISSON

- ***Cuisson à l'eau***

Les buts de la cuisson à l'eau sont :
- conserver au maximum la valeur nutritionnelle notamment les vitamines et les minéraux ;
- conserver les caractéristiques organoleptiques des légumes ;
- améliorer leur digestibilité en ramollissant les fibres de la paroi pectocellulosique ;
- de détruire les oxydases responsables de l'oxydation de la vitamine C, les peroxydases responsables du brunissement enzymatique ;
- d'inhiber ou de détruire certaines bactéries ou moisissures ;
- de réduire les résidus de pesticides.

Remarques : il est nécessaire de cuire les légumes à couvert (sauf les légumes de couleur verte) ce qui permet de réduire le temps de cuisson ainsi que l'évaporation des substances volatiles. Les légumes conservent alors ainsi leur saveur et leur couleur.

Dans le cas des légumes verts, il est conseillé de les cuire à découvert car les acides qu'ils contiennent se concentrent (à couvert) et détruisent la chlorophylle entraînant leur décoloration.

Conclusion : il est recommandé de cuire les légumes dans une eau bouillante salée dont le volume est adapté avec un départ à chaud pour limiter les échanges et les pertes en nutriments.

Les pertes occasionnées par la cuisson à l'eau :
- peuvent atteindre jusqu'à 40 % pour les vitamines et certains minéraux ;
- sont fonction de *différents facteurs* :
  - *la surface de contact avec l'eau et le volume d'eau utilisé par rapport au poids de l'aliment :* il y a des pertes **par diffusion** selon les lois de l'osmose. Ainsi, plus la surface du végétal et le volume d'eau sont importants et plus les pertes occasionnées seront grandes (c'est le cas des légumes feuilles en particulier) ;
  - *la température initiale de l'eau et surtout la durée de la cuisson :* plus la durée de cuisson se prolonge et plus les pertes **par dissolution** ainsi que **par oxydation** augmentent. De plus, la destruction des nutriments (en particulier des vitamines) par les enzymes s'élève d'autant plus que la montée en température est lente ;
  - *l'état de l'aliment :* les végétaux non épluchés subissent moins de pertes par dissolution. De plus, la division des légumes et des fruits en morceaux, en provoquant une augmentation de la surface de contact avec l'air, accélère les phénomènes de pertes **par oxydation**.

Conclusion : il est important de limiter les pertes en utilisant de préférence des végétaux **non épluchés, peu divisés, et de les cuire à la température la plus haute possible pendant le temps le plus court**. Ce mode de cuisson est cependant bien adapté aux carottes, navets, crosnes, rutabaga, panais…

- ***Cuisson à la vapeur***

Elle consiste à cuire les légumes à l'aide de la chaleur dégagée de l'ébullition d'une petite quantité d'eau. Elle **supprime les pertes par diffusion**. Seules existent les **pertes par oxydation** et par la **chaleur** qui sont augmentées par rapport à la cuisson à l'eau. Cependant, ce mode de cuisson améliore les qualités organoleptiques.

Il est donc conseillé de l'utiliser et tout particulièrement pour les légumes fragiles tels que les choux-fleurs, les brocolis, les courgettes, les asperges, l'artichaut, les poireaux et les pommes de terre.

En effet, certains légumes ne donnent pas de bons résultats à la vapeur : la tomate (trop riche en eau) ou les haricots en grains (ils restent fermes). Une cuisson à l'eau ou à l'étouffée leur est donc préférable.

- ***Cuisson sous pression = à l'autocuiseur***

Elle permet de **limiter les pertes en vitamines** (30 % en moyenne seulement) à condition de respecter une **courte durée** de cuisson.

Ce mode de cuisson est bien adapté aux pommes de terre, choux de Bruxelles, choux verts, carottes et navets.

- ***Cuisson à l'étouffée***

Les légumes (essentiellement courgettes, poivrons, champignons aubergines, pommes de terre) et les fruits (essentiellement pommes, poires, prunes, pêches,

abricots) cuisent dans leur eau de constitution. Plus le temps de cuisson est réduit, plus les vitamines seront préservées, on atteint cependant des pertes moyennes d'environ **30 %**. Les minéraux, en revanche, seront **concentrés** par ce type de cuisson.

- ***Cuisson à la poêle ou dans un wok***

C'est un mode de préparation qui **préserve les vitamines** (pertes seulement de 25 %) **et les minéraux** (aucune perte), car le temps de cuisson est court (les légumes restent croquants) et il n'y a pas de liquide de cuisson.

- ***La cuisson sous vide***

Elle conduit aux végétaux dits de **5e gamme**. Les pertes vitaminiques sont réduites (30 % seulement de la vitamine C est perdue) mais s'y ajoutent des pertes lors du stockage et du réchauffage. Les résultats sont ainsi proches de ceux obtenus par la cuisson à l'eau.

- ***La restauration différée***

Les pertes en vitamine C sont augmentées dans la restauration différée aussi bien en « liaison chaude » (température ≥ 63 °C) qu'en « liaison froide réfrigérée » (température entre 0 et 10 °C) et lors de l'attente en chambre froide pour les plats cuisinés à l'avance industriels ou les préparations domestiques. Les techniques de cuisson doivent donc être adaptées pour qu'une surcuisson n'ait pas lieu lors de la remise en température à + 63 °C.

5. *Végétaux frais et troubles pathologiques*

5.1. Pathologies provoquées par les constituants naturels des végétaux

5.1.1. Neurotoxines de certains champignons

Une réglementation précise la commercialisation des champignons cultivés et sauvages de manière à prévenir ce type d'intoxication grave en **interdisant la vente de champignons vénéneux**.

5.1.2. Substances antinutritionnelles

▶ L'ACIDE OXALIQUE

Il complexe les cations bivalents car c'est une molécule riche en charges négatives. Il diminue ainsi leur absorption. Les végétaux les plus riches en acide oxalique sont l'oseille, la rhubarbe, les bettes, les bulbes de céleri et les épinards.

► LES POLYPHÉNOLS (EN PARTICULIER LES TANINS)

Ils dénaturent les glycoprotéines de la sécrétion salivaire et ont ainsi des propriétés **astringentes** responsables de sensations de sécheresse au niveau buccal.

De plus, ils peuvent se combiner aux protéines alimentaires ou inactiver leurs enzymes ce qui empêche leur dénaturation et donc diminue leur digestibilité.

► LE FACTEUR ANTITRYPSIQUE

La trypsine est une enzyme qui hydrolyse la chaîne peptidique au niveau de certains acides aminés ce qui permet leur dénaturation en vue de leur absorption.

Le facteur antitrypsique empêche donc la trypsine d'exercer son rôle correctement.

Celui-ci est essentiellement présent dans les pommes de terre. Il est thermolabile.

5.1.3. Les substances à potentialité toxique

► LES AMINES À RÔLE BIOLOGIQUE

La *sérotonine et l'histamine* qui sont notamment présentes dans les fruits exotiques, peuvent être à l'origine de certaines manifestations d'allergie alimentaire.

► LES COMPOSÉS SOUFRÉS

Ils sont contenus dans les crucifères : choux, colza, radis et dans les oignons. Ils sont goitrigènes en empêchant la captation d'iode par la thyroïde.

► LES COMPOSÉS MUTAGÈNES

Ils forment des liaisons covalentes avec les biomolécules des végétaux mais s'y trouvent en faible quantité.

Conclusion : **les substances antinutritionnelles et à potentialité toxique n'ont pas de conséquences sur la santé** sauf lors de consommation excessive. De plus, l'homme a éliminé de son alimentation, de génération en génération, les substances nuisibles en excluant les aliments qui les contiennent ou en mettant en œuvre des techniques culinaires (trempage, cuisson) éliminant totalement ou fortement ces composés.

5.2. Contamination des végétaux

5.2.1. Contamination par les micro-organismes

Ces altérations sont dues à deux types de micro-organismes : les micro-organismes **phytopathogènes** qui s'attaquent au végétal avant la récolte (d'où la lutte

par les produits phytosanitaires) et les micro-organismes **saprophytes**[1] qui se développent après la récolte, surtout si le végétal a subi des chocs ou est lésé.

▶ LA FLORE PHYTOPATHOGÈNE

Elle est formée de champignons et de bactéries et se transmet par les semences et l'environnement en particulier le sol lorsqu'il est contaminé par des résidus de cultures. Les champignons créent des pourritures touchant seulement certaines parties spécifiques du végétal alors que les bactéries créent des pourritures molles qui, en libérant des enzymes pectinolytiques, favorisent les fermentations.

▶ LA FLORE SAPROPHYTE

Elle est fonction de l'environnement et peut ainsi provenir :
- de l'air ;
- du sol : on parle alors de contamination tellurique c'est-à-dire provenant de la terre ;
- de l'eau.

Les différents contaminants peuvent être :
- *des parasites* (helminthes et protozoaires) ;
- *des bactéries pathogènes* (Salmonelles, Listéria, Yersinia) ;
- *des entérovirus* en particulier les virus de l'hépatite A et E et de la poliomyélite.

Remarques : les produits sains c'est-à-dire non lésés, sont moins altérés en général. En effet, les blessures favorisent le développement de micro-organismes latents, comme les champignons.

La maturité des fruits correspond aussi à une phase de fragilité des tissus par augmentation des enzymes de dégradation et par diminution des composés antiseptiques.

5.2.2. Contamination par des résidus chimiques

▶ GÉNÉRALITÉS

Ces contaminants proviennent :
- *de phénomènes naturels*. C'est pourquoi, il existe des arrêtés qui précisent les teneurs comestibles en résidus chimiques tels que les métaux, l'arsenic, les pesticides, ou les nitrates qui peuvent être contenus dans les fruits et les légumes ;
- *de la contamination de l'environnement* (radioactivité accidentelle, techniques de culture).

▶ L'EXEMPLE DES NITRATES

La teneur en nitrates d'un végétal est fonction *de l'espèce, de la variété, du climat* et *des modes de culture*. Elle diminue lorsque le végétal atteint sa pleine

1. Végétal qui tire sa nourriture de matières organiques en décomposition.

maturité. Or, comme nous l'avons vu précédemment, celle-ci n'est jamais atteinte pour les végétaux commercialisés. La teneur en nitrates des végétaux que nous consommons reste donc parfois importante.

Les légumes qui les accumulent le plus sont les légumes feuilles et les légumes racines d'où l'intérêt particulier de l'épluchage.

Les nitrates eux-mêmes ne semblent pas présenter de toxicité directe sauf chez les très jeunes enfants et chez les femmes enceintes. En effet, ils sont absorbés et éliminés par les reins. Cependant, ils peuvent être réduits en **nitrites** par une enzyme sécrétée par les végétaux eux-mêmes ou par les bactéries qui se développent sur les végétaux après leur récolte.

Les nitrites peuvent être responsables chez le très jeune enfant d'une pathologie appelée la **méthémoglobinémie** qui se caractérise par la transformation de l'hémoglobine en méthémoglobine causant dyspnées et vertiges.

Les nitrites peuvent aussi être à l'origine de la formation de **nitrosamines cancérigènes**.

C'est pourquoi, la **dose journalière admissible** de nitrates fixée par l'OMS est de 3,65 mg/kg de poids corporel et les végétaux représentent une grande part de cet apport.

Remarque : le blanchiment élimine 20 à 40 % des nitrates et la cuisson à l'eau 40 à 50 % si le liquide de cuisson n'est pas consommé.

De plus, l'agriculture biologique devrait permettre de diminuer de 30 à 50 % les nitrates contenus dans les légumes.

6. *Conservation des végétaux*

6.1. Par le froid positif : la réfrigération

6.1.1. La réfrigération appliquée après la cueillette : la préréfrigération

Le froid augmente le temps de stockage des végétaux après leur récolte mais ce type de conservation devra être adapté à chaque végétal en fonction de son aptitude à supporter la réfrigération et du stade de développement atteint lors de cette mise au froid.

▶ L'EMBALLAGE

Il a un rôle protecteur et il peut être étanche ou perforé pour optimiser la conservation. Antérieurement les végétaux peuvent avoir subi certains traitements (lavage, traitement par des fongicides, traitements chimiques et ionisation, pelliculage avec de la cire) qui devront être portés à la connaissance du consommateur. La récolte et le transport doivent être réalisés le plus rapidement possible avant l'emballage car tant que la température ambiante reste élevée, la respiration et les phénomènes métaboliques se poursuivent.

▶ LA PRÉRÉFRIGÉRATION

Elle permet de refroidir au plus tôt les végétaux afin de limiter les pertes nutritionnelles et ralentir ou empêcher le développement de micro-organismes. Différentes méthodes sont utilisées : courant d'air froid, immersion dans l'eau froide, contact direct avec de la glace entière ou pillée.

▶ LES CONDITIONS D'ENTREPOSAGE

- ***La température d'entreposage***

Elle est choisie spécifiquement en fonction du végétal (de 0 à 10 °C) et l'on utilise généralement des régimes programmés de température qui optimisent la conservation.

- ***La durée d'entreposage***

Elle est aussi fonction du végétal mais elle dépend aussi de la température de stockage.

- ***L'humidité***

Elle doit être régulée pour ne pas être trop sèche et ainsi éviter le flétrissement, ni trop humide pour éviter le développement microbien.

- ***La composition en gaz de l'atmosphère ambiante***

Elle doit aussi être contrôlée pour éviter le brunissement enzymatique, les fermentations et les excès d'éthylène qui accélèrent la maturation.

On peut pratiquer une conservation en atmosphère différente de l'air.

6.1.2. La réfrigération appliquée à domicile

Certains légumes tels que *la courge d'hiver, l'ail, l'oignon, la pomme de terre* peuvent se conserver à température ambiante. Cependant, la plupart d'entre eux doivent être réfrigérés rapidement après l'achat dans le bac à légume du réfrigérateur qui est adapté grâce à l'air qui y est moins froid et plus humide que sur les clayettes ce qui évite leur déshydratation.

6.2. Par le blanchiment des légumes

C'est une opération préalable à l'appertisation, à la congélation et à la déshydratation qui consiste à **soumettre le végétal cru à une haute température pendant quelques minutes** selon sa nature et sa taille.

6.2.1. Avantages

Il *détruit les enzymes oxydantes* ce qui permet de fixer les pigments colorés, d'empêcher le brunissement enzymatique, de limiter les pertes ultérieures en vitamine C et de faciliter le maintien des composés organiques en l'état.

Il stérilise l'aliment en surface.

Il *ramollit le végétal* en agissant sur les fibres alimentaires et donc facilite le conditionnement.

Il *chasse les gaz* et ainsi diminue les réactions d'oxydoréduction tout en éliminant les constituants gazeux désagréables en excès (*exemple* : avec les choux).

Il *favorise la déshydratation ou la réhydratation ultérieure.*

6.2.2. Inconvénients

Il provoque une *perte de rigidité* du végétal lors de la déshydratation.

Il donne une *saveur de « cuit »* aux produits frais.

Il *transforme une partie de la chlorophylle en phéophytine* de couleur brune ou vert olive.

Il est responsable de la *perte de composés odorants* : c'est pourquoi, généralement, on ne blanchit pas les oignons.

Il entraîne une *perte en vitamines hydrosolubles* (de 25 % en moyenne pour la vitamine C).

6.2.3. Méthodes utilisées

- ***Blanchiment à l'eau***

Le temps et la température sont adaptés à chaque légume. Il y a alors :
- ajout de sels de calcium pour raffermir les pectines ;
- élévation du pH pour bloquer la couleur des chlorophylles (au détriment des vitamines B et C) ;
- addition de sulfites pour éviter le brunissement enzymatique ce qui limite l'oxydation de la vitamine C mais détruit la B_1.

- ***Blanchiment à la vapeur***

Il est plus long et plus coûteux mais entraîne moins de pertes en minéraux. En revanche, les pertes en vitamines C, B_9, E et β-carotène sont assez proches de celles produites par le blanchiment à l'eau.

- ***Blanchiment au micro-onde***

Il semble bien conserver les éléments nutritionnels mais les résultats divergent un peu.

6.3. Par l'appertisation

6.3.1. Définition

C'est une méthode de conservation de denrées alimentaires périssables grâce à l'emploi combiné de 2 techniques :

1. *le conditionnement* dans un récipient étanche aux liquides, aux gaz et aux micro-organismes ;

2. *le traitement par la chaleur* ayant pour but de détruire ou d'inhiber totalement les enzymes ainsi que les micro-organismes et leurs toxines dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée et la rendre impropre à la consommation.

6.3.2. Technologie

- ***Cas des légumes***

1. *Lavage* } préparation
2. *Épluchage, éboutage, parage, calibrage* } du produit
3. *Blanchiment*
4. *Emboîtage* : les légumes sont mis dans un liquide de couverture (qui contient du sel).
5. *Préchauffage* à une température > 60 °C pour dilater le contenu et exclure les gaz dissous avant fermeture. On élimine ainsi un maximum d'O_2 ce qui permet de mieux conserver la vitamine C.
6. *Sertissage* c'est-à-dire fermeture des boîtes.
7. *Appertisation* à une température ≥ 115 °C dans d'énormes autoclaves ce qui permet la cuisson des aliments et leur stérilisation.
8. *Refroidissement rapide* ce qui évite la surcuisson.
9. *Stockage* des conserves à température ambiante.

- ***Cas des fruits***

Il n'y a **pas de blanchiment** :
1. *Lavage*
2. *Épluchage, éboutage, parage, calibrage*
3. *Emboîtage* avec ajout de sirop de sucre
4. *Préchauffage*
5. *Sertissage*
6. *Appertisation* à une température supérieure ou égale à 85 °C
7. *Refroidissement*
8. *Stockage* des conserves au sirop à température ambiante.

6.3.3. Modifications de la valeur nutritionnelle

En ce qui concerne les *légumes*, il n'y a pas de modifications concernant les macronutriments alors que pour les *fruits*, il y a augmentation de la teneur en glucides (celle-ci passe de 12 % en moyenne à environ 16 %).

Pour les vitamines :

– *la vitamine C* est perdue à environ 50 % pour les légumes et jusqu'à 90 % pour les fruits. C'est pourquoi, il est nécessaire que le temps qui sépare la

cueillette et la mise en boîte soit très court afin d'éviter au maximum l'action destructrice de l'O_2 et des rayons UV ;
- *les autres vitamines* sont perdues à hauteur de 20 % environ.

Pour les minéraux :
Étant donné qu'ils sont hydrosolubles, ils se retrouvent en grande partie dans le jus. Il serait donc judicieux de le consommer.

6.4. Par la surgélation

6.4.1. Définition

Elle correspond à une **congélation ultra rapide** ce qui entraîne la formation de cristaux de très petite taille qui présentent l'avantage de ne pas léser la paroi cellulaire. Les aliments sont donc identiques par rapport aux frais.

Elle est donc différente de la congélation qui consiste en un refroidissement par une diminution lente de la température. Au niveau des cellules végétales, il y aura alors formation de gros cristaux intra et extra-cellulaires lésant la paroi des cellules entraînant une perte de leur turgescence (ils deviendront mous lors de leur utilisation).

Il convient cependant de faire attention car la surgélation ne détruit en aucun cas les micro-organismes puisqu'elle ne fait que stopper leur croissance. Cependant, elle ralentit les réactions enzymatiques responsables de saveurs désagréables et de perte de couleur. Les surgelés ne sont donc en aucun cas stériles et ils doivent être exempts de germes pathogènes (décret du 09/09/64). La surgélation est donc seulement un moyen de conserver les végétaux longtemps à une température inférieure ou égale à – 18 °C.

6.4.2. Technologie

1. *Lavage* } préparation
2. *Épluchage, éboutage, parage, calibrage* } du produit
3. *Blanchiment*
4. *Refroidissement*
5. *Adjonction possible de sucre* (pour les fruits) *et/ou d'acide citrique et/ou L ascorbique* qui sont des antioxydants évitant le noircissement.
6. *Surgélation* : le décret du **9/09/64** précise que l'opération de surgélation doit être conduite de manière à franchir très rapidement la zone de cristallisation maximale et atteindre ainsi le plus tôt possible une température ≤ – 18 °C « à cœur ».
7. *Stockage* à une température en général ≤ – 18 °C. Plus la température est basse et plus la conservation est longue (*exemple* : conservation d'1 an à – 18 °C et de 2 ans à – 25 °C).

Ceci démontre l'importance de la constance de la température. De plus, les produits surgelés sont soumis désormais aux exigences de l'arrêté du **22/08/79** qui prévoit l'indication sur l'emballage de la date de congélation ainsi que la DLUO (date limite d'utilisation optimale).

8. *Décongélation* : elle peut être :
- directe (on cuit directement le légume) ;
- indirecte : d'après la législation du **29/09/97**, celle-ci doit se faire en chambre froide à + 3 °C.

6.4.3. La qualité des produits surgelés

Elle dépend de la fraîcheur des légumes et de la rapidité de traitement par le froid.

Cependant il y a très peu de différences avec les végétaux frais.

6.4.4. Valeur nutritionnelle des produits surgelés

Elle est bien préservée par rapport aux végétaux frais. C'est donc une méthode de conservation qui est actuellement excellente.

6.5. Par la déshydratation

Le but est d'assurer une meilleure conservation en diminuant la quantité d'eau qui passe d'une teneur initiale de 88 à 95 % à une teneur de 5 à 12 %. Cette technique diminue donc l'aw (*activity water*).

6.5.1. Technologie

▶ LES LÉGUMES

1. *Préparation* : lavage, triage.

2. *Découpage* : il est très important et doit être net et en tous petits morceaux.

3. *Blanchiment* : pour beaucoup de légumes, il est remplacé par une cuisson totale afin que les légumes déshydratés ne nécessitent plus qu'une cuisson de quelques minutes qui coïncide alors avec le temps de réhydratation.

4. *Séchage* : les légumes sont soumis progressivement à un flux d'air de plus en plus sec.

5. *Conditionnement.*

4. *Stockage.*

▶ LES FRUITS

Afin d'éviter le noircissement, les fruits sont blanchis avec de petites quantités d'anhydride sulfureux (E_{220}).

Puis, ils sont séchés par dessiccation soit de manière naturelle c'est-à-dire à l'air soit de manière forcée c'est-à-dire grâce à de l'air chaud en tunnel.

6.5.2. *Modification de la valeur nutritionnelle*

▶ POUR LES LÉGUMES

La valeur nutritionnelle est à peu près identique à celle des légumes frais s'ils sont traités immédiatement après la récolte car ils ne sont jamais consommés tels quels mais sont toujours réhydratés.

▶ POUR LES FRUITS

La teneur en *glucides* qui était en moyenne de 12 % passe à environ 60-70 % (c'est-à-dire proche de celle des confitures). La *valeur énergétique* atteint alors **1 150 kJ/100 g (275 kcal/100 g)**.

Les constituants subissent donc une concentration proche de 4 sauf ceux qui sont oxydables comme la vitamine C qui est par conséquent totalement détruite au cours de ce traitement. L'apport en *magnésium* et en *potassium* est à l'opposé élevé.

Les fruits secs sont aussi riches en *fibres* (propriétés laxatives) et ont par conséquent un index glycémique bas. C'est pourquoi, ils peuvent être utilisés en collation chez les sportifs.

Tableau 72 ■ Valeur nutritionnelle moyenne de quelques fruits secs (*Répertoire général des aliments,* Tec & doc Lavoisier, 1995).

	Protéines (g/100 g)	Lipides (g/100 g)	Glucides (g/100 g)	Énergie		Fibres (g/100 g)	Potassium (mg/100 g)	Magnésium (mg/100 g)
				kJ	kcal			
Abricot sec	4	0,6	40	870	200	14	1 520	52
Banane sèche	4	1,8	81	1 500	350	7,6	1 491	108
Datte sèche	2,5	0,5	69,5	1 200	280	7	677	58
Figue sèche	3	1,2	57	1 000	240	11	770	62
Mélange de fruits exotiques	2,5	10	70	1 500	360	5,6	489	33
Pruneau sec	2,5	–	40	700	160	16	950	40
Raisin sec	2,6	0,5	66	1 200	270	7	783	31

6.6. Par une concentration en sucre : les confitures

Cf. chapitre 9 « Les produits sucrés ».

6.7. Par la lyophilisation

La **lyophilisation** ou **cryodessiccation** est une technique de déshydratation à très basse température, sous vide, qui permet de faire passer l'eau contenue dans

les végétaux de l'état solide à l'état vapeur sans passer par l'état liquide (on appelle ce phénomène la **sublimation**).

La technologie est la suivante :

1. *préparation* : lavage, triage ;

2. *découpage* ;

3. *blanchiment* ;

4. *congélation rapide* vers – 35 °C qui permet de garder les cellules intactes et de solidifier de l'eau ;

5. *déshydratation sous vide* : la teneur en eau peut ainsi être abaissée jusqu'à 1 %.

Exemples d'utilisation pratique de cette méthode : champignons, jus de fruits, café…

Remarque : la réhydratation fait le plus souvent reprendre plus d'eau que n'en avaient les produits frais de départ. *Exemple* : 10 kg de légumes frais → 1 kg de légumes déshydratés → 11 kg de légumes réhydratés.

6.8. Par la fermentation

C'est un autre mode de conservation des légumes et des fruits qui se fait par fermentation dirigée.

6.8.1. La choucroute

▶ TECHNOLOGIE

Placé dans des conditions anaérobies, le chou est soumis à une **fermentation lactique** dont l'arrêt du dégagement gazeux indiquera sa fin. La fermentation est dirigée grâce au sel qui :

- *inhibe le développement de certains micro-organismes* à cause de ses propriétés acidifiantes ;
- *favorise la prolifération d'autres espèces* comme *Leuconostoc mesentéroïdes*, *Lactobacillus* et *Streptococcus* qui consomment le glucose et produisent de l'acide lactique responsable du goût acide de la choucroute.

▶ MODIFICATIONS APPORTÉES À LA VALEUR NUTRITIONNELLE

Le chou est très riche en vitamines B et contient un peu de vitamine A. Transformé en choucroute, sa teneur en vitamine B_{12} est très nettement augmentée et celle en vitamine C à peine modifiée car la fermentation s'effectue presque complètement à l'abri de l'air.

La fermentation semble d'autre part avoir des effets bénéfiques sur la flore intestinale.

▶ COMMERCIALISATION

La choucroute peut être vendue *stérilisée en boîte* ou sous forme de choucroute *fraîche*.

6.8.2. Les olives

▶ OLIVES VERTES

Elles subissent une **désamérisation** par traitement dans une solution alcaline suivie d'une fermentation lactique en milieu salé.

Remarque : les olives vertes sont des olives n'ayant pas atteint leur maturité.

▶ OLIVES NOIRES

Elles sont préparées de la même façon que les olives vertes. Cependant, elles sont parfois simplement appertisées après désamérisation sans subir de fermentation.

6.9. Par la technique de la 4e gamme

6.9.1. Les différentes gammes de végétaux

Selon leur présentation, les légumes peuvent être classés en 5 gammes ou catégories :

1. *1re gamme* = végétaux frais en l'état ;

2. *2e gamme* = végétaux appertisés ;

3. *3e gamme* = végétaux surgelés ;

4. *4e gamme* = végétaux conditionnés crus, frais, prêts à l'emploi ayant fait l'objet d'un épluchage, coupage ou toute autre préparation touchant à l'intégrité du produit ;

5. *5e gamme* = végétaux cuits sous vide, prêts à l'emploi : produits pasteurisés voire stérilisés sous atmosphère modifiée ;

6. *6e gamme* = végétaux lyophilisés.

6.9.2. Préparation des produits de 4e gamme

1. Refroidissement :
- par de l'air froid pour les légumes feuilles ;
- en chambre froide à atmosphère humide pour les légumes racines et les choux.

2. Lavage

3. Brossage

4. Épluchage

5. Trempage rapide (0 à 2 s) dans un bain chloré :
- réduction de la population microbienne ;
- évite le brunissement enzymatique.

6. Rinçage avec de l'eau potable et ajout d'antioxydants (acide citrique, acide L ascorbique) :
- abaissement du brunissement des phénols ;

- diminution du pH entraînant un effet négatif sur les bactéries.

7. Essorage poussé

8. Conditionnement d'après l'*arrêté du 22/03/93 :*

- utilisation d'un **gaz adapté** : les teneurs en CO_2, O_2 et azote sont réajusteés pour inhiber ou ralentir certaines réactions liées aux phénomènes respiratoires lors de la sénescence du végétal :
  - *la teneur en O_2 est diminuée* en dessous de 8 % (celle de l'air ambiant étant de 21 %) : le fait de laisser quand même une petite quantité d'O_2 évite la fermentation tissulaire et la croissance des germes anaérobies stricts ;
  - *la teneur en CO_2 est augmentée* aux environ de 1 % (celle de l'air ambiant étant inférieure à 1 %) : le CO_2 est bactériostatique et fongistatique et il bloque aussi la maturation. Cependant, ces effets ne s'observent qu'à de fortes concentrations. Or, une pression partielle de CO_2 trop élevée augmenterait la fermentation tissulaire et serait favorable au développement des bactéries lactiques. C'est pourquoi, on utilise une faible quantité de CO2 lors de la préparation des végétaux de 4^e gamme ;
  - *la teneur en azote est augmentée* : l'azote est un gaz inerte sans effet bactériostatique ni fongistatique mais son apport diminue la pression partielle de l'O_2 ce qui à pour conséquences de ralentir l'émission d'éthylène des fruits, d'inhiber l'oxydation de certaines vitamines, d'inhiber le brunissement enzymatique, de bloquer ou diminuer le développement des germes aérobies stricts ;
- utilisation d'un **film adapté** grâce à des emballages adaptés qui permettent au végétal de continuer à respirer. *Exemple* : certains emballages contiennent des « trous » pour laisser évaporer l'eau, sortir le CO_2 et entrer l'O_2 ce qui permet d'éviter la multiplication microbienne et le brunissement enzymatique.

9. Stockage ≤ 4 °C

10. Transport ≤ 4 °C

11. Distribution ≤ 4 °C

La DLC (date limite de consommation) de ce type de produit est d'une semaine maximum et la température de stockage doit être comprise entre 0 et + 4 °C.

6.9.3. Valeur nutritionnelle des produits de 4^e gamme

La perte en vitamine C est élevée notamment pour les légumes à feuille (près de 75 % de pertes) mais les carotènes et la vitamine E sont bien conservés. Cependant, ce type de produits permettent au consommateur d'élargir leur choix.

7. *Digestibilité des légumes et des fruits*

7.1. Les légumes

7.1.1. Amélioration de la digestion

La présence de cellulose leur donne la propriété d'accélérer le transit intestinal. Divers procédés vont permettre l'amélioration de la digestibilité en agissant sur la cellulose :

- *la cuisson* : elle ramollit la cellulose tout en lui gardant ses propriétés laxatives ce qui provoque une meilleure pénétration des sucs digestifs. Cependant, comme nous l'avons vu précédemment, la cuisson provoque des pertes en vitamines et minéraux ce qui oblige à conseiller la consommation de légumes crus ;
- *le nappage, le hachage et le découpage des légumes crus* : associés à la mastication ils permettent de réduire l'effet de la cellulose.

La consommation de légumes crus doit cependant être limitée car une trop grande quantité accélérerait très rapidement le péristaltisme intestinal et donc irriterait le tube digestif.

Remarque : indépendamment de la présence de cellulose, certains légumes sont plus difficiles à digérer que d'autres mais cela reste très variable selon les individus. *Exemples* : choux, ail, concombres, purée de pommes de terre, piments, oignons, radis, poivrons...

7.1.2. Rapidité de la digestion

Dans l'intestin, le temps de séjour dépend de la quantité de cellulose : plus un aliment sera riche en cellulose et moins il y séjournera. *Dans l'estomac*, les légumes crus séjournent plus longtemps par rapport aux légumes cuits.

7.2. Les fruits (aqueux)

Leur utilisation digestive est bonne mais ils doivent être consommés mûrs. En effet, lorsque les fruits sont consommés verts, ils peuvent entraîner des troubles gastro-intestinaux qui sont dus essentiellement à leur richesse en acides organiques. De plus, leur fermeté oblige à une mastication plus poussée et un travail gastrique accru.

Cependant, certains fruits ont une action favorable sur le transit intestinal grâce à leur richesse en pectines qui exercent une action constipante.

Exemples : pomme, coing, banane.

Remarque : de même que pour les légumes, certains individus éprouvent à l'égard de certains fruits des intolérances se traduisant par des ballonnements. *Exemple* : l'orange.

Il y a donc aussi intervention de facteurs individuels.

8. *Végétaux d'utilisation particulière*

8.1. La pomme de terre

8.1.1. Valeur nutritionnelle

- ***Glucides* = 15 %**

Le glucide principal est l'**amidon** avec 14,3 %. Hormis l'amidon, d'autres sucres simples comme le saccharose, le fructose, le glucose sont présents en petites quantités mais dont la concentration peut augmenter si la température extérieure est supérieure à 15 °C. Cela peut arriver lors d'un long stockage : la pomme de terre germe et prend alors une saveur sucrée car l'amidon est hydrolysé et se transforme en sucres simples.

Notons aussi qu'au cours de certains modes de cuisson ou de préparation (frites ou chips), il se produit des réactions de Maillard entre le glucose et les acides aminés de la pomme de terre pour lui donner une couleur brun-doré.

- ***Protéines***

Elles représentent **2 %** et coagulent lors de la cuisson. Plus des 2/3 sont sous forme de globulines (ici nommés **tubérines**) et le reste sous forme d'albumines (ou **tubérinines**). La pomme de terre présente comme facteur limitant la méthionine : elle doit donc être complétée avec d'autres aliments tels que les produits animaux.

- ***Lipides***

Ils sont en très petites quantités : 0,2 % (insignifiant et non pris en compte) ce qui permet donc à la pomme de terre de conserver une **valeur calorique modeste**.

- ***Les fibres* = 1,6 %**

La pomme de terre contient différents types de fibres essentiellement situées dans la peau :

- *de la cellulose et des hémicelluloses* (fibres insolubles) ;
- *des pectines* (fibres solubles) qui se dissocient lors de la cuisson et fait perdre sa rigidité à la pomme de terre.

Une portion de 300 g de pommes de terre couvre environ 15 % des apports nutritionnels conseillés en fibres.

- ***Les minéraux***

Leur teneur dépend de la nature du sol et de sa composition chimique, des techniques de culture et de la variété. De plus, leur répartition n'est pas homogène puisque leur concentration est nettement plus forte à la périphérie.

Le calcium et le phosphore : la pomme de terre est ***pauvre en Ca*** avec seulement 7 mg de Ca/100 g et elle contient aussi 46 mg de phosphore pour 100 g. Le rapport Ca/P est ainsi de seulement 0,15 : le calcium est donc très mal absorbé.

Le potassium : la teneur est de **565 mg/100 g**. Il joue un rôle essentiel dans la contraction musculaire et le bon fonctionnement cardiaque. Une portion de 300 g de pomme de terre couvre près de la totalité de ces besoins.

Remarque : certains régimes pauvres en potassium (qui sont suivis par exemple lors d'insuffisance rénale chronique) nécessitent de contrôler la quantité de pommes de terre consommées et il sera alors conseillé de les « tremper » avant leur consommation afin qu'une grande partie du potassium diffuse dans l'eau.

Le magnésium : la pomme de terre apporte en moyenne **27 mg/100 g** de magnésium. Une portion type de 300 g de pomme de terre couvre ainsi près du 1/4 des besoins quotidiens d'autant plus que les autres aliments riches en magnésium (*exemples* : chocolat, et fruits oléagineux) sont souvent très caloriques.

Le fer : la pomme de terre apporte **0,8 mg/100 g** de fer. Certes, cette teneur reste faible mais son assimilation est meilleure que pour les autres légumes. En effet, la richesse en vitamine C de la pomme de terre augmente l'absorption du fer. Ainsi, une portion de pomme de terre couvre environ 13 % des besoins en fer de la femme.

- ***Les vitamines***

Elles ne sont pas concentrées sous la peau mais dans une périphérie élargie du tubercule. Un épluchage modéré limite donc leur perte.

Une exception cependant : la vitamine B1 dont la teneur serait plus importante au centre.

Vitamine B_1 : la teneur est de **0,1 mg/100 g.** Une portion de pommes de terre couvre en moyenne 25 % des ANC. Cependant, cette vitamine étant très sensible à la chaleur, ses pertes à la cuisson avoisinent 40 %.

Vitamine B_6 : la teneur est de **0,2 mg/100 g**. Compte tenu d'une perte de 25 % à la cuisson, une ration de pomme de terre couvre plus de 12 % des besoins quotidiens.

Vitamine C : la teneur est de **10 mg/100 g**. Si la pomme de terre est cuite à l'eau avec sa peau, les pertes sont limitées (de l'ordre de 10 %).

Dans ces conditions, une ration de pomme de terre couvre alors environ **25 %** des besoins quotidiens en vitamine C.

La pomme de terre primeur est la plus riche en vitamine C.

8.1.2. Équivalences énergétiques

300 g de pomme de terre correspond à un plat de 60 g de féculents crus soit 200 g de féculents cuits.

8.1.3. Les modifications dues aux modes de préparation

Les différents modes de préparation de la pomme de terre vont également modifier de façon significative sa valeur nutritionnelle. Ainsi, son index glycémique augmente quand :

- on la tronçonne avant la cuisson (*Exemples* : pomme de terre au four ou frites) ;
- on la broie après la cuisson (*Exemple* : purée) ;
- on la cuit à des températures élevées (*Exemple* : pomme de terre au four) ;
- on prolonge la cuisson trop longtemps (plus de 25 minutes dans l'eau).

Tout épluchage avant cuisson est responsable de pertes en minéraux et vitamines tout d'abord car il favorise leur migration partielle dans le milieu de cuisson et surtout parce qu'il enlève une grande partie de la peau plus riche en ces éléments.

L'opération affecte surtout la vitamine C (jusqu'à – 30 %) de même que le potassium, le magnésium et le fer alors que la teneur en vitamines du groupe B n'est que peu modifiée.

L'utilisation de matières grasses lors de la cuisson augmente considérablement la valeur énergétique de la pomme de terre : ainsi, les frites ont une valeur calorique de 4 fois supérieure soit environ 1 700 kJ/100 g (400 kcal) de même que pour les chips qui atteignent 2 500 kJ/100 g (600 kcal).

Tableau 73 ■ Valeurs nutritionnelles comparées de la pomme de terre cuite à l'eau en fonction de l'épluchage (*Répertoire général des aliments*, Tec & doc Lavoisier, 1995).

Nutriments	**Pomme de terre non pelée**	**Pomme de terre pelée**
Eau (g/100 g)	80	80
Protéines (g/100 g)	2	2
Lipides (g/100 g)	–	–
Glucides (g/100 g)	18	18
Fibres (g/100 g)	1,6	1,3
Énergie kJ	344	344
Énergie kcal	81	81
Calcium (mg/100 g)	7	6
Potassium (mg/100 g)	564	330
Magnésium (mg/100 g)	27	18
Fer (mg/100 g)	0,8	0,3
Vitamine B1 (mg/100 g)	0,1	0,09
Vitamine B6 (mg/100 g)	0,26	0,19
Vitamine C (mg/100 g)	13	9

Tableau 74 ■ Composition de quelques préparations à base de pommes de terre (*Répertoire général des aliments,* Tec & Doc. Lavoisier, 1995).

Nutriments	Pomme de terre dauphine	Pomme de terre chips	Pomme de terre frite	Pomme de terre purée	Pomme de terre noisette
Eau (g/100 g)	74	2,5	46	2	63
Protéines (g/100 g)	3	5,5	4	3	3,5
Lipides (g/100 g)	4,5	36	15	3	6
Glucides (g/100 g)	15,4	42,5	30	13	23,5

Ce ne sont donc pas les pommes de terre qui font grossir mais ce qu'on y ajoute.

Quant aux préparations industrielles (*exemple* : purées à reconstituer), aux 3e et même aux 4e gammes, leurs valeurs nutritionnelles sont peu différentes des préparations ménagères « agressives ».

8.1.4. Modifications liées au stockage

▶ VERDISSEMENT DES POMMES DE TERRE

Il est dû à l'apparition dans la pomme de terre d'un alcaloïde qui est un poison appelé la **solanine**. Elle se situe le plus souvent sous la peau et donne une certaine amertume à la pomme de terre.

Sa teneur moyenne est de 20 à 100 mg/100 g mais le seuil au-dessus duquel sa consommation est dangereuse est de 150 à 200 mg/100 g. Sa formation est favorisée par la lumière du jour mais elle est partiellement éliminée au cours de la cuisson à l'eau (dissolution pour 30 à 40 %) ou dans des corps gras (destruction pour 50 %).

Les pommes de terre les plus riches en solanine sont les pommes de terre nouvelles.

▶ NOIRCISSEMENT DES POMMES DE TERRE

Il se traduit par l'apparition de tâches grises ou bleuâtres à la surface de la pomme de terre. Celles-ci sont dues à des chocs en surface et qui apparaissent après 3 à 4 jours. Les plus fragiles sont les pommes de terre *Bintje*.

▶ GERMINATION DES POMMES DE TERRE

Il n'existe pas d'arrêté concernant les traitements antigermes autorisés c'est pourquoi certains produits peuvent encore être utilisés.

Cependant, depuis 1970, un autre traitement est privilégié : il s'agit de l'irradiation par bombardement avec des rayons γ (non susceptibles de créer une radioactivité pour la pomme de terre). L'étiquetage est donc obligatoire et doit être visible.

8.1.5. Quantités conseillées

Hormis certains régimes (sans résidus, pauvre en potassium), il n'existe pas de contre-indications médicales à la consommation de pommes de terre. Il n'est pas nécessaire non plus, du fait de sa valeur calorique modeste, de l'exclure des régimes hypocaloriques puisque d'autres féculents y sont présents (en quantité contrôlée cependant).

Sa consommation est même particulièrement recommandée chaque fois qu'il y a déplétion potassique.

Les quantités journalières recommandées varient avec l'âge, le sexe et l'activité :

Tableau 75 ■ Rations de pommes de terre conseillées par catégorie d'âge et de type d'utilisation (d'après Trémolière *et al.*).

Consommateur	Potage	Entrée	Accompagnement
Enfant	100 g	100 g	200 à 250 g
Adolescent	125 g	125 g	400 g
Adulte	125 g	125 g	250 à 350 g
Homme très actif	150 g	150 g	400 g
Personne âgée	125 g	125 g	250 à 300 g

- ***Chez les personnes âgées***

Les pommes de terre sont en général bien acceptées par ce type de population.

De plus, les légumes et les fruits frais étant souvent peu consommés par celles-ci, les pommes de terre peuvent palier à certaines carences notamment en potassium et en vitamine C.

- ***Chez les sportifs***

Le potassium est indispensable à la contraction musculaire et peut faire défaut dans certaines conditions d'effort extrême. Aussi, la consommation régulière de pomme de terre peut préserver des crampes musculaires qui peuvent accompagner ou suivre un exercice physique.

Les sportifs sont aussi souvent carencés en magnésium à l'effort dû à une sudation répétée et à une insuffisance d'apport dans l'alimentation. La pomme de terre peut donc y pourvoir en partie.

Les pommes de terre permettent aussi d'éviter les hypoglycémies pouvant survenir au cours de l'exercice (à condition de les consommer cuites à l'eau c'est-à-dire non cuisinées ce qui leur confère un index glycémique bas).

- ***Chez les enfants et les adolescents***

La pomme de terre possède un contenu vitaminique et minéral indispensable à la croissance d'autant plus que ces besoins sont augmentés durant cette période de la vie.

- ***Chez les femmes enceintes***

La pomme de terre est une excellente source de glucides complexes qui permettent non seulement d'assurer une bonne croissance du fœtus (le glucose étant son substrat préférentiel) mais aussi d'éviter les hypoglycémies réactionnelles de la mère.

De plus, grâce à leur apport non négligeable en fibres alimentaires végétales, et notamment en fibres insolubles, elles permettent de lutter contre la constipation (symptôme classique de la femme enceinte).

8.1.6. Les différentes variétés commercialisées et leur utilisation culinaire

Tableau 76 ■ Les différentes variétés de pommes de terre commercialisées et leur utilisation culinaire.

	Vapeur	**Salade**	**Rissolées**	**Plats mijotés**	**Frites**	**Purée**	**Potage**	**Four/ Papillote**	**Gratin**
Pommes de terre à chair ferme									
Amandine	+	+	+	+					
Belle de Fontenay	+	+	+						
BF 15	+								+
Charlotte	+	+	+	+					
Chérie	+	+	+	+					
Franceline	+	+	+	+					+
Nicola	+	+	+	+					+
Pompadour	+	+	+	+					
Ratte	+	+	+						
Roseval	+	+	+						
Rosine	+	+	+						
Autres pommes de terre									
Agata				+				+	
Agria			+	+		+	+		
Bintje				+	+	+	+	+	
Manon			+		+	+	+		
Monalisa	+			+		+		+	+
Samba								+	

8.2. Les fruits amylacés : les châtaignes et les marrons

En fait, ce sont les graines de ces fruits que l'on consomme. Leur teneur en eau est proche de 50 %. Les glucides représentent 40 à 45 % de la partie comestible et sont en quasi-totalité sous forme d'amidon dans le marron et pour les deux tiers dans la châtaigne. En effet, celle-ci contient 1/3 de glucides sous forme d'oses et diholosides ce qui lui donne un goût plus sucré et une texture moins farineuse. Ils contiennent aussi 6 % de fibres d'où un index glycémique bas.

Leur teneur protéique est de 3 % et les facteurs limitants sont la lysine et les acides aminés souffrés. Leur teneur est élevée en potassium (500 mg/100 g), intéressante en magnésium (30 mg/100 g), en oligoéléments (fer, cuivre) et en calcium (40 mg/100 g). Leur consommation est donc à valoriser d'autant plus qu'ils sont pauvres en acide phytique au contraire des céréales et des légumes secs.

Ils sont aussi une bonne source de vitamines du groupe B.

Nous pouvons enfin noter que 100 g de fruits amylacés apportent 800 kJ (200 kcal) soit 2,7 fois plus que la même quantité de pommes de terre.

8.3. Les fruits oléagineux

Ils regroupent : **les olives, l'avocat et la noix de coco**.

Tableau 77 ■ Valeur nutritionnelle des fruits oléagineux. Composition pour 100 g de partie comestible (*Répertoire général des aliments*, Tec & doc. Lavoisier, 1995).

Nutriments	Avocat	Noix de coco	Olive verte saumurée	Olive noire saumurée
Eau g	76,5	45	77	52
Protéines g	2	3,5	1,3	2
Lipides g	14	35	12,5	30
Glucides g	< 1	6	< 1	4
Fibres g	3	9,5	4	3,5
Sodium mg	7	22	1 600	3 300
Potassium mg	522	105	52	40
Énergie kJ	570	1 450	485	1 210
kcal	140	350	120	300

L'*avocat* est riche en acides oléique et linolénique qui jouent un rôle dans la prévention des MCV. La moitié d'un avocat donne environ 100 g de partie comestible. Ce fruit est intéressant pour les vitamines B_6 (0,3 mg/100 g) et **C** (11 mg/100 g).

La *noix de coco* peut être broyée et légèrement séchée : elle est ainsi utilisée le plus souvent en pâtisserie. Elle est aussi à la base de l'huile de coco appelé encore huile de coprah. Celle-ci est riche en acides gras saturés d'où sa consistance concrète à température ambiante.

L'*olive saumurée* est riche en sodium puisque cette teneur atteint 2 g/100 g. La teneur lipidique de l'olive noire est de 30 % et celle de l'olive verte de 12,5 %.

C'est un fruit très riche en acide oléique (qui représente 80 % des acides gras totaux). L'acide oléique est anti-athérogène et hypocholestérolémiant.

8.4. Les graines oléagineuses

Elles regroupent : *les amandes, les noisettes, les cacahuètes (arachide), les noix de cajou, les noix du brésil, les noix de pécan, les noix de macadamia, les pistaches, les graines de sésame, les pignons, les graines de tournesol...*

Remarque : on considère l'arachide (dont on extrait le fruit : la cacahuète) comme une graine oléagineuse mais c'est en fait une légumineuse.

Les graines oléagineuses se caractérisent par une faible teneur en eau (< 6 %). De ce fait, elles sont fortement énergétiques, d'autant plus que leur teneur lipidique est élevée. Elles rancissent aussi facilement d'où une consommation rapide recommandée.

Leurs protéines sont souvent carencées en lysine, acides aminés souffrés et thréonine. Une complémentation par d'autres protéines tels que celles des céréales ou les légumes secs est donc nécessaire.

Leurs lipides sont essentiellement représentés par des acides gras insaturés (environ 85 % des acides gras totaux) ce qui est positif pour la prévention de certaines pathologies (en particulier les MCV).

Tableau 78 ■ Valeur nutritionnelle des graines oléagineuses. Composition pour 100 g de partie comestible (*Répertoire général des aliments*, Tec & doc Lavoisier, 1995).

	Apport énergétique (kJ)	**Protéines**	**Lipides**	**Glucides assimilables**	**Fibres**
Amande	2 380	19	53,5	4,5	15
Cacahuète	2 400	25	50	8,5	8
Cacahuète, grillée, salée	2 475	27	50,5	9	8,5
Noisette	2 670	13	62	9	7,5
Noix	2 785	14,5	64	10,5	6
Noix de cajou, salée	2 485	18,5	50	20,5	3,5
Pistache, rôtie, salée	2 480	18	53	12,5	8,5

Tableau 79 ■ Apports en minéraux des graines oléagineuses. Moyennes en mg et intervalles (*Répertoire général des aliments*, Tec & doc Lavoisier, 1995).

	Na	k	Ca	Mg	P	Fe	Cu
Valeurs moyennes	< 20	700	150	150	400	4	0,8
Valeurs extrêmes	2-40	500-1 000	80-250	130-170	350-500	2-7	0,6-1,3

Elles possèdent une forte teneur en potassium, magnésium, phosphore et oligo-éléments (cuivre, zinc, sélénium) mais sont riches en acide phytique.

Elles sont dépourvues de vitamine C mais sont riches en vitamine E et contiennent des quantités non négligeables de vitamines B_3, B_6 et B_9.

Chaque fois que cela est possible, il est recommandé de consommer les graines oléagineuses crues car le grillage induit, avec le brunissement enzymatique, une baisse de l'efficacité protéique et une destruction des vitamines fragiles.

Remarque : l'arachide et les pistaches semblent très fortement allergisantes d'autant plus que ces allergies peuvent se transmettre *in utero* ou par le lait maternel.

8.5. Les fruits secs et les fruits confits

8.5.1. Les fruits secs

Cf. auparavant.

8.5.2. Les fruits confits

Ce sont des fruits conservés grâce au sucre puisque l'eau qu'ils contiennent est remplacée par celui-ci. Ils sont d'abord blanchis puis macérés dans des sirops concentrés chauffés et sont ensuite égouttés et séchés. On les utilise à des fins décoratives, en pâtisseries (puddings anglais, crèmes glacées italiennes) ou comme friandises. Leurs teneurs en glucides est extrêmement élevée : 94 %.

8.6. Le manioc et le tapioca

Le manioc n'est pas une céréale mais un **tubercule** issu d'un arbrisseau originaire d'Amérique du Sud et des Antilles.

La fécule extraite du manioc s'appelle le **tapioca**. Elle est utilisée de la même manière que la semoule, la fécule de pomme de terre et la crème de riz, c'est-à-dire en tant qu'épaississant et liant. La fécule humide est transformée par cuisson en flocons de tapioca qui seront ensuite granulés. Selon la granulation on distingue : le *tapioca standard* (granulé), le *tapioca express* (semoule fine) et la *crème de tapioca* (poudre fine).

Valeur nutritionnelle du tapioca :
- protéines = 0,5 % ;
- glucides = 86 % ;
- lipides = négligeables.

Utilisations :
- garnitures et potages ;
- entremets, pudding ;
- boisson fermentée sans gluten de digestion facile qui s'associe parfaitement au lait ;
- la feuille de la plante est couramment employée dans les pays tropicaux comme légume d'accompagnement.

Les applications en industrie agroalimentaire sont nombreuses et on l'utilise essentiellement comme produit de substitution des matières grasses dans les produits allégés. Le tapioca pourrait même se substituer partiellement ou totalement aux matières grasses dans certaines charcuteries (en cours d'étude).

8.7. Les légumes secs et le soja *(cf. chapitre suivant)*

8.8. Les algues

Appelées souvent « *légumes de mer* », elles tiennent une grande place dans certaines cuisines étrangères, notamment au Japon où elles entrent dans la composition de plats raffinés et la cuisine chinoise les utilise depuis des millénaires.

En Europe, la consommation des algues commence à se développer. En France, elles étaient traditionnellement destinées à la nourriture du bétail, à la fabrication d'engrais, à l'extraction de gélifiants (alginates, carrhagénanes...) ou utilisées dans l'industrie cosmétique.

La valeur nutritionnelle des algues est pourtant exceptionnelle : elles sont très riches en protéines *(10 à 35 %)* et renferment 100 à 1 000 fois plus de vitamines *(A, B_1, B_2, B_3, C)* et de minéraux *(calcium, fer, iode)* que les végétaux terrestres. De plus, leurs fibres, grâce à leurs propriétés gélifiantes, permettent d'accélérer le transit intestinal.

Elles auraient aussi de nombreuses propriétés médicinales. On dit notamment qu'elles aideraient à prévenir ou à combattre *l'athérosclérose*, *l'hypertension artérielle* et qu'elles seraient *antibactériennes et vermifuges*.

Les principales variétés d'algues sont les suivantes : (tableau 80).

Remarque : **l'Ifremer** (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) et le Centre d'étude et de valorisation de l'algue ont permis de mettre en place en Bretagne des fermes marines de cultures d'algues.

Les travaux actuels portent par exemple sur la culture d'une espèce comestible appelée *Undaria*, au goût d'artichaut.

Tableau 80 ■ Les différentes variétés d'algues, leurs principales utilisations culinaires et leurs intérêts nutritionnels.

Nom des algues		Utilisations culinaires	Intérêts nutritionnels
Algues brunes	Kombu	Bouillons Fonds	Particulièrement riche en : – acide glutamique – calcium – fer – potassium – iode
	Wakamé	Salades Potages Gratins	Particulièrement riche en : – calcium
	Aramé	Salades Potages Gratins	–
	Hijiki	Salades Sandwich Soupe Accompagnement	–
	Mousse d'Irlande	Épaississant Stabilisant Gélifiant	–
Algues rouges	Nori	Accompagnement Sauces Condiments Soupes Salades	–
	Dulce	Potages Salades Gâteaux	–
Algues vertes	Spiruline	Soupe Sauces Avec des céréales Dans les yaourts	Particulièrement riche en : – β-carotènes – fer – vitamine B_1, B_2 – magnésium – protéines
	Laitue de mer	Accompagnement	–
Autres algues	Varech	Contient de l'alginate : épaississant Condiment	Particulièrement riche en : – iode

Ainsi, le conseil supérieur d'hygiène publique de France a donné en 1989 le feu vert pour une douzaine d'algues comestibles. Les industriels les proposent *fraîches*, *déshydratées* ou *incorporées* dans les préparations diverses (pain, plats cuisinés...).

8.9. Les champignons

Tableau 81 ■ Principales variétés de champignons et leurs principales utilisations culinaires.

Type de champignon	Principales utilisations culinaires
Bolet ou « cèpe »	– sous forme crue – cuit à l'huile agrémenté d'échalotes, d'ail, de persil et de vin blanc
Champignon portobello	– grillé – incorporé aux plats en sauce
Truffe	– sous forme crue – cuite sous forme de concentré, de jus de fumet ou d'essences – entre dans la composition de pâtés, terrines et foies gras – parfume les sauces
Pleurote	– se marie bien avec le riz, les pâtes alimentaires, les œufs, le tofu et la volaille
Oreille de Judas	– sous forme crue – soupes – salades – accompagnement – ragoûts
Enokitake	– sous forme crue (salades et sandwichs) – soupes – plats cuits à l'orientale
Champignon de Paris	– sous forme crue (salades) – sauces – soupes – plats mijotés – farces – omelettes – quiches
Morille	– en sauce – farcie – en accompagnement de la viande – avec du riz ou des œufs
Chanterelle	– en accompagnement de la viande – omelettes – sauces – avec le riz, sarrasin ou le millet
Shiitake	– mets cuits à l'orientale

Ce sont des végétaux dépourvus de racines, de tiges, de feuilles, de fleurs et de chlorophylles. C'est pourquoi, ils utilisent des matières organiques déjà fabriquées d'où le fait qu'on les trouve fixés à de nombreux matériaux tels que le bois, le verre, le métal rouillé, le fumier, l'humus...

Ils sont riches en potassium et en vitamine B_1 et on leur attribue de nombreuses propriétés médicinales. On les dit notamment laxatifs, antibiotiques et hypocholestérolémiants.

9. *Conclusion générale : place des végétaux dans l'alimentation*

9.1. Intérêts nutritionnels

9.1.1. Prévention des cancers

▶ GRÂCE À LEUR APPORT EN FAV

Elles contribuent au niveau du côlon au développement d'une flore symbiotique qui joue le rôle de barrière vis-à-vis d'espèces pathogènes. Ainsi, on estime à 20 g la production quotidienne de ces bactéries (par comparaison, un yaourt n'apporte qu'1 g de bactéries qui, de plus, ne colonisent pas réellement le tube digestif.)

De plus, la flore intestinale forme un gel ce qui permet de limiter le contact entre la muqueuse et certaines substances nocives.

Les fermentations de cette flore aboutissent aussi à la formation d'acides gras volatils qui permettent une différenciation correcte des cellules de la muqueuse. D'ailleurs, un de ces acides gras, **l'acide butyrique**, présente la particularité d'inhiber la division de cellules cancéreuses et ceci même à faible concentration.

La forte consommation de végétaux contribue donc à une moindre fréquence du cancer du côlon.

▶ GRÂCE À LEUR APPORT EN MICRONUTRIMENTS PROTECTEURS

Les végétaux sont particulièrement riches en substances anti-oxydantes telles que la vitamine C et les caroténoïdes qui permettent de lutter contre le stress oxydatif. De plus, ils contiennent aussi de nombreux polyphénols (*flavonoïdes, anthocyanes, tanins*) en quantité importante dans les légumes feuilles, les oignons, certains fruits (cassis, cerises, prunes, pommes...) et certaines boissons (jus de fruits, vin rouge, thé, cidre).

Les *flavonoïdes* sont notamment susceptibles de neutraliser les radicaux libres, de favoriser l'élimination de substances toxiques ou d'exercer des rôles de protection vasculaire. Ils ont aussi un effet anti-cancéreux.

Une consommation variée et fréquente de végétaux est donc recommandée.

9.1.2. Prévention du surpoids

La consommation de fruits et de légumes est indispensable dans la prise en charge du surpoids.

En effet, ils sont de faible densité calorique ce qui diminue l'apport énergétique global des repas et des collations.

De plus, ils favorisent la mastication d'où une meilleure satiété et un ralentissement de la vitesse de digestion des nutriments.

Leur forte concentration en micronutriments protecteurs est aussi particulièrement adaptée aux régimes hypocaloriques.

9.1.3. Lutte contre les MCV

Leur consommation peut être utile pour diminuer l'hypercholestérolémie.

En effet, grâce à leur richesse en fibres solubles, ils sont capables de limiter l'assimilation du cholestérol et d'en faciliter son élimination.

9.1.4. Lutte contre le diabète de type II

Des régimes riches en végétaux ralentissent le développement de ce type de diabète de par leur faible index glycémique.

9.2. Consommations journalières recommandées

Objectif : 5 à 10 par jour : La « fraîche attitude ».

Les experts français ont lancé le développement d'une campagne afin d'inciter la population à augmenter sa consommation de fruits et de légumes. Celle-ci recommande ainsi de consommer 5 à 10 sortes de légumes et fruits par jour sans oublier de les diversifier.

5 par jour, soit environ 400 g représente le minimum puisque c'est seulement à partir de 10 que l'on atteint les 800 g souhaités par les experts. L'idéal, bien sûr, étant de les consommer le plus souvent sous forme crue puisqu'ils sont ainsi deux à trois fois plus riches en vitamines et minéraux.

Une portion de légumes correspond à environ 200 à 300 g de légumes et une portion de fruits correspond à 150 g de fruits soit 18 g de glucides.

8

Les légumes secs et le soja

Introduction

Ce sont des graines comestibles qui proviennent de plantes appartenant à la famille des **Fabacées ou légumineuses**. Les genres sont très variés et cultivés dans le monde entier en fonction de leurs exigences climatiques.

Ces graines sont caractérisées par :

- *une faible teneur en eau* ce qui permet un stockage facile et long ;
- *une forte teneur en protéines* d'où le terme de **protéagineux.**

Les graines de légumineuses regroupent :

- *les « légumes secs »* qui sont des graines sèches de légumineuses déshydratées par séchage : fèves, haricots (avec de nombreuses espèces), lentilles, pois chiches, pois secs ;
- *les graines utilisées en tant que matière première en industrie agro-alimentaire* : soja, féverole (variété de fève à petite graine cultivée pour l'alimentation du bétail), lupin (graines blanches lisses), arachide (qui est souvent utilisé comme graine oléagineuse car il est rarement inclus dans nos modes de préparation).

1. Les légumes secs

Depuis un siècle, en France, la consommation de légumes secs n'a cessé de diminuer alors que ces aliments étaient autrefois consommés dans de nombreuses régions et quasiment à tous les repas.

Cette forte diminution est due aux préjugés succédant aux pénuries des guerres assortis d'images d'aliments de pensionnats et de cantines où les préparations étaient souvent peu agréables à consommer. De plus, nous oublions souvent les légumes secs mis à notre disposition telles que les conserves appertisées au naturel ou cuisinées.

1.1. Les différents types de légumes secs

1.1.1. Les pois secs

Ce sont des graines de pois séchées. Cette catégorie renferme :

- *les pois secs entiers* qui nécessitent une période de trempage avant d'être cuits. Ils sont souvent cuisinés en soupe, traditionnellement avec du jambon ;
- *les pois cassés* (jaunes ou verts) qui sont des pois secs décortiqués divisés en deux. Ils sont moins farineux et de cuisson plus rapide. Ils sont souvent réduits en purée et utilisés dans les potages (*St Germain*) ;
- *les pois chiches* : ce sont des pois gris de taille variée (petits, moyens ou gros). L'avantage des pois chiches est que leurs graines ne se défont pas à la cuisson. Leur utilisation est très variée : on le retrouve dans l'hoummos (purée qui se mange froide), les falafels (boulettes frites), l'estouffade, la potée, le ragoût et le couscous. Ils sont aussi délicieux froids dans les salades composées.
  On peut aussi transformer les pois chiches en farine, les rôtir ou les faire germer.

1.1.2. Les lentilles

L'une des variétés la plus connue est la lentille ronde de couleur verte ou brunâtre telles que les lentilles du Puys ou du Berry qui bénéficient d'une appellation d'origine contrôlée. Il existe aussi des lentilles de couleur orange ou corail de saveur plus discrète.

Elles servent à préparer des salades et des soupes nourrissantes. On appelle potage Esaû le potage de lentilles. Elles peuvent aussi être réduites en purée et font d'excellentes croquettes. En les ajoutant à du riz, on obtient des plats complets en protéines.

1.1.3. Les haricots secs

1.1.3.1. Haricot Lablab

C'est un haricot dont les graines sont ornées d'un long **hile blanc** proéminent. Lorsqu'il est séché, il peut remplacer les autres légumineuses dans la plupart des recettes. Il peut aussi être moulu en farine et incorporé au pain. On peut aussi le faire germer. C'est une excellente source de cuivre.

1.1.3.2. Haricot chinois

C'est un légume sec dont le hile forme une tache foncée lui donnant l'aspect d'un œil. Ses gousses sont comestibles avant leur pleine maturité et sont servies comme les haricots verts.

On peut le mettre dans les soupes et les salades ou le cuire en beignet ou à la casserole.

1.1.3.3. Haricot rouge

Sa saveur et sa texture sont très douces et il est très utilisé dans les plats mijotés tels que le *chili con carne*.

1.1.3.4. Haricot noir

Il provient des États-Unis, de l'Amérique centrale et du Mexique. On l'utilise abondamment dans la cuisine mexicaine (burritos et enchiladas).

1.1.3.5. Haricot adzuki

De couleur rouge, il est fréquemment servi avec le riz et transformé par les asiatiques en une pâte qui peut remplacer le concentré de tomate. Il sert aussi de substitut de café et peut être soufflé comme le maïs ou mis à germer. Moulu, il est utilisé comme farine dans les gâteaux, les soupes et dans les substituts de lait.

Il est très riche en fibres.

1.1.3.6. Haricot blanc

Il présente une forme de rognon, assez gros et carré aux extrémités. Sa saveur est moins prononcée que celle du haricot rouge mais il acquiert la saveur des préparations dans lesquelles il cuit.

Il en existe un grand nombre de variétés dont le *haricot cannellini* très aimé en Italie.

Le potage de haricots blancs est appelé *Soissonnais*.

1.1.3.7. Haricot d'Espagne

Les gousses teintées de rose contiennent des graines de couleur blanche tachetée de rouge ou rouge tachetée de noir qui se préparent comme celles du haricot rouge.

Il se marie bien avec les oignons, les tomates et le thon.

1.1.3.8. Haricot de lima

Il est le plus souvent de couleur crème ou verte et se transforme rapidement en bouillie, d'où l'importance d'éviter une cuisson prolongée. Sa saveur douce ne masque pas la finesse des plats.

Il peut remplacer la pomme de terre et c'est une très bonne source de fibres.

1.1.3.9. Haricot coco ou « Mogette »

C'est un gros haricot rond et peu farineux de couleur blanc crème, tacheté de rose ou de brun. Il est surtout utilisé dans les ragoûts et le cassoulet.

1.1.3.10. Haricot pinto

C'est un haricot de taille moyenne, plutôt plat de couleur beige tacheté de brun clair. À la cuisson, il prend une coloration rosée et acquiert une texture crémeuse.

Il remplace avantageusement le haricot rouge mais il est aussi délicieux en purée.

1.1.3.11. Haricot mungo

Il est de couleur vert bouteille et occupe une place importante en Inde et dans plusieurs autres pays asiatiques où c'est notamment l'ingrédient de base du chop suey.

En Occident, on l'utilise germé et il est aussi souvent appelé, à tort, « germes de soja ».

1.1.3.12. Haricot mungo à grains noirs

Il est consommé en Inde, en Birmanie et au Pakistan. En Asie, il est l'élément de base d'une sauce noire. En Inde, on l'utilise avec du riz pour préparer une galette ou une purée de lentilles épicée.

1.1.3.13. Haricot Borlotti

Il est de couleur brunâtre, moucheté, souvent plus foncé que le haricot pinto. Il est très utilisé en Italie car il est excellent et absorbe la saveur des aliments avec lesquels il cuit.

On peut l'utiliser à la place du haricot Pinto ou du haricot rouge.

1.1.3.14. Haricot flageolet

C'est un petit haricot à goût très fin qui est moins farineux que la plupart des autres légumes secs. Il est très apprécié en France où il accompagne traditionnellement le gigot d'agneau.

1.1.4. La fève séchée

Elle est délicieuse dans les soupes et les plats mijotés qu'elle soit entière ou réduite en purée. On la cuit sèche avec ou sans la peau pendant environ 20 minutes.

1.1.5. La luzerne

Ce sont surtout les graines germées qui servent à la consommation humaine. Contrairement aux germes de haricot mungo, les germes de luzerne peuvent être mangés crus car ils sont très fins et leur goût est délicat.

On les met dans les salades, les sandwichs et les hors-d'œuvre. On peut aussi les ajouter au moment de servir dans les plats cuisinés tels que les omelettes et les tacos.

1.2. Valeur nutritionnelle des légumes secs cuits (tableau 82)

1.2.1. L'eau

La teneur moyenne en eau des légumes secs cuits est de **70 %**. La cuisson augmente donc considérablement la teneur en eau des légumes secs puisqu'ils en contiennent seulement 10 à 12 % lorsqu'ils sont crus.

1.2.2. Les protéines et les dérivés azotés

1.2.2.1. Étude quantitative

La teneur protéique moyenne est de **7,5 %**. Les plus riches sont les *pois chiches* (8,9 %) et les plus pauvres les *fèves* (5,8 %). Cependant, il existe une très grande variabilité pour une même espèce et pour des variétés différentes d'une même espèce.

1.2.2.2. Étude qualitative

Les légumes secs contiennent trois types de protéines :

- *les globulines* : elles représentent 60 % des protéines totales mais sont déficientes en acides aminés soufrés ;
- *les albumines* : elles représentent 25 % des protéines totales. Des sélections génétiques sont envisagées pour diminuer les globulines des légumes secs et favoriser les albumines ce qui améliorerait leur teneur en acides aminés essentiels ;
- *prolamines et formes azotées non protéiques* : elles représentent 15 % des protéines totales. Les formes azotées non protéiques sont essentiellement des purines végétales qui peuvent être déconseillés lors des lithiases urinaires (accumulation d'acide urique).

Le CUD des protéines des légumes secs cuits est de 80 %. Cette valeur est inférieure à celle des céréales à cause de leur forte teneur en fibres. Cependant, le broyage des graines entières améliore ce CUD particulièrement pour les lentilles et les pois. La germination et le décorticage des graines augmentent aussi le CUD protéique.

La VB des protéines des légumes secs est faible puisqu'elle n'atteint que 50 à 55 %. Cependant, elle reste proche de celle des céréales blutées (52 %).

Remarque : la consommation de légumes secs peut entraîner des flatulences. Ceci est du en partie à certaines de leurs protéines non digérées et à des peptides non digestibles qui sont attaqués par la flore microbienne du côlon et qui sont générateurs de gaz.

Tableau 82 ■ Valeur nutritionnelle moyenne des légumes secs cuits (Valeurs pour 100 g de partie comestible).

	Eau (g)	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Amidon (g)	Fibres (g)	VE (kJ)	Ca (mg)	Fer (mg)	Mg (mg)	B1 (mg)	B2 (mg)	B3 (mg)	B6 (mg)	B9 (µg)
Fève	79,3	5,8	0,6	7,2	6,2	6,5	247	24	1	18	0,05	0,07	2	0,07	57
Haricot blanc	66	7	0,5	16,9	16	8	434	60	2,6	50	0,13	0,05	0,5	0,13	80
Flageolet	76,1	6,3	0,4	11,2	10,4	5	319	42	1,8	40	0,1	0,08	0,54	0,07	53
Haricot rouge	67	8,4	0,3	13,7	12,8	8,7	396	66	2,5	47	0,16	0,06	0,5	0,1	74
Lentille	70	8,2	0,5	12,6	12,3	7,8	379	19	3,3	32	0,13	0,07	0,6	0,18	60
Pois cassé	68,4	8,3	0,4	17,8	17	4,4	468	12	1,5	33	0,15	0,06	0,95	0,09	65
Pois chiche	60,2	8,9	2,5	18,7	17,6	8,6	572	56	2,8	53	0,13	0,06	0,6	0,14	100
MOYENNE	**70**	**7,5**	**0,5**	**15**	**13,5**	**7**	**400**	**40**	**2,2**	**40**	**0,12**	**0,06**	**0,8**	**0,1**	**70**
% moyen de couverture des ANC avec la consommation d'une portion soit 200 g de légumes secs cuits	–	–	–	–	–	**50 %**	–	**10 %** **Ca/P < 1**	**50 %** (♂) **30%** (♀)	**20 %**	**20 %**	**8 %**	**15 %**	**12 %**	**45 %**

Conclusion : les protéines des légumes secs présentent :
- *une insuffisance en acides aminés soufrés* qui sont les facteurs limitant primaires ;
- *une insuffisance en tryptophane* dans les lentilles et les haricots qui est facteur limitant secondaire ;
- *une grande richesse en lysine* qui en font un complément efficace des céréales.

1.2.3. Les lipides

La valeur moyenne en lipides est de 0,5 %. Cette teneur est par conséquent négligeable.

1.2.4. Les glucides

Les légumes secs cuits contiennent en moyenne 15 % de glucides assimilables représentés en majorité par de l'amidon (13,5 %) et par une faible part de saccharose *(la teneur des légumes secs crus en glucides étant de 60 %).*

L'Index glycémique des légumes secs est d'environ 30 % à cause de la forte teneur en protéines, en anti-amylase et en FAV. Cette valeur est donc intéressante pour diminuer les pics glycémiques post-prandiaux.

Certains glucides sont sous forme d'α-galactosides (polyosides hydrosolubles : raffinose, stacchyose et verbascose) dont la liaison α 1-6 n'est pas attaquée par les enzymes digestives. Ils sont alors métabolisés par la flore colique et provoquent la formation de gaz : méthane (CH_4) et de dioxyde de carbone (CO_2) responsables de flatulences voir de crampes abdominales et de diarrhées.

Un blanchiment après trempage limite ces troubles gastro-intestinaux car il solubilise ces osides. De même, la cuisson à l'eau élimine en grande partie ces composés.

1.2.5. Les fibres (FAV)

La teneur moyenne en fibres des légumes secs est élevée puisqu'elle atteint en moyenne 7 %. Les 2/3 de ces fibres sont insolubles dans l'eau et représentées par de l'hémicellulose, de la cellulose et de la lignine.

Grâce à cette forte teneur en fibres, les légumes secs présentent les intérêts suivants :
- *régulation du transit intestinal* et *prévention du cancer du côlon* ;
- *diminution de la cholestérolémie* : les fibres augmentent le catabolisme du cholestérol en freinant l'absorption des sels biliaires ;
- *prévention des maladies cardiovasculaires.*

Cependant, elles ont quelques effets négatifs :
- elles *diminuent les CUD des nutriments* en particulier les protéines et les cations bivalents ;

- elles sont en partie modifiées au niveau du côlon droit en *constituants générateurs de flatulences*. Ceci explique encore les éventuels inconforts digestifs attribués aux légumes secs et les lentilles semblent avoir le plus d'effet.

1.2.6. Les minéraux

Les légumes secs sont particulièrement intéressants en potassium, magnésium et en certains oligoéléments.

1.2.7. Les vitamines

Les légumes secs sont une source non négligeable de vitamines du groupe B. Les légumes secs sont dépourvus de vitamines C, D et A mais contiennent un tout petit peu de vitamine E (0,4 mg/100 g) et de β-carotène. Ces teneurs restent cependant négligeables.

1.2.8. Valeur énergétique

Elle est de **400 kJ ou 100 kcal/100 g**. Cette valeur est proche de celle des céréales. Ils peuvent donc les remplacer en quantité identique comme produit d'accompagnement d'un plat principal mais parce qu'ils en complémentent les protéines, il serait plus judicieux de les associer avec ce groupe alimentaire.

1.3. Facteurs antinutritionnels et toxiques présents dans les légumes secs

Ce sont des composés synthétisés par la plante le plus souvent à cause de contaminations. Leur concentration est cependant généralement faible d'autant plus qu'ils sont détruits par les traitements thermiques ou solubilisés dans l'eau de cuisson. Ils sont aussi pour la plupart éliminés au cours de la germination ou après fermentation voir même par sélection génétique.

Les différents facteurs anti-nutritionnels sont les suivants :

- *acide phytique* : il diminue l'absorption des cations bivalents ;
- *composés cyanogénétiques* : leur hydrolyse libère de l'acide cyanhydrique très toxique. Ils sont éliminés dans l'eau de cuisson ;
- *facteurs du favisme : les lectines ou phyto-hémaglutines* : le **favisme** est une **maladie hémolytique** qui apparaît chez des sujets prédisposés génétiquement consommant des pois ou des fèves fraîches. Elle est due à l'action de **lectines** qui sont des protéines qui altèrent et atrophient les villosités de la muqueuse digestive et précipitent les globules rouges. Cela entraîne une réduction de la digestion et de l'absorption des protéines. Ces facteurs sont détruits par la cuisson prolongée en milieu aqueux car ils sont partiellement solubles ;
- *allergènes* : certaines légumineuses ont des propriétés très allergisantes : arachide, soja ;

- *anti-vitamines* : elles exercent une action spécifique sur certaines vitamines. *Exemple* : les haricots contiennent des **thiaminases** qui lors de leur broyage sont mises en contact avec la vitamine B_1 (ou **thiamine**) et l'hydrolysent d'où une diminution de sa teneur. La cuisson élimine heureusement ces facteurs ;
- *inhibiteurs de la trypsine* : les légumes secs contiennent des peptides qui complexent la trypsine et la chymotrypsine entraînant une inhibition de ces protéines pancréatiques.

Conclusion : des recherches génétiques sont actuellement effectuées pour diminuer la présence de ces facteurs anti-nutritionnels. Il est important aussi de noter que les graines décortiquées en contiennent des quantités moins importantes.

1.4. Conclusion

Les légumes secs peuvent être consommés en équivalence avec les produits céréaliers.

Par exemple, **30 g de légumes secs crus soit 100 g de légumes secs cuits correspondent à** :

- 30 g de pâtes, riz, semoule crus ;
- 100 g de pommes de terre ;
- 40 g de pain ;
- 3 biscottes.

Leur digestibilité peut être améliorée par des techniques adaptées :

- trempage ;
- cuisson suffisante ;
- décorticage ;
- broyage.

On réserve la consommation de légumes secs entiers aux enfants de plus de 5 ans et aux adultes bien portants, les farines de légumes secs peuvent être utilisées dès 12 mois.

2. *Le soja*

2.1. Présentation

Même si le soja appartient à la famille des légumineuses, il occupe une place un peu à part. En effet, contrairement aux légumes secs, il n'est généralement pas consommé tel quel mais transformé en différents dérivés dont les caractéristiques physiques sont assez éloignées de la graine d'origine.

Cultivé en Chine depuis quelques milliers d'années, le soja n'a commencé à être exploité en France qu'au début de ce siècle. C'est donc un aliment de base en

Extrême-Orient où il est décrit comme « **la viande du sol** » en raison de sa forte teneur en protéines.

Le soja occupe actuellement une place privilégiée dans les perspectives alimentaires planétaires face à l'accroissement démographique des prochaines décennies.

Il présente aussi des qualités écologiques remarquables :

- il *fixe l'azote atmosphérique et absorbe l'azote minéral du sol* : sa culture ne demande donc pas de compléments sous forme d'engrais azotés ;
- il *résiste bien aux parasites et maladies* : il peut donc facilement être cultivé sans pesticides ;
- il *nécessite peu d'eau* lors de sa culture.

2.2. Les différentes formes commercialisées

Le soja est couramment utilisé comme ingrédient pour composer des salades ou comme garniture dans de nombreuses recettes. Il entre aussi dans la composition de nombreux produits alimentaires tels que :

2.2.1. Produits non fermentés

2.2.1.1. Le Tonyu ou jus de soja

Il est obtenu par broyage de graines de soja mélangées à de l'eau puis portées à ébullition et filtrées. En France, le terme « **lait de soja** » est désormais interdit pour éviter d'éventuelles confusions avec le lait de vache alors qu'en Angleterre on l'appelle encore « **Soymilk** ».

Il peut être consommé :

- nature ;
- légèrement aromatisé ;
- additionné d'amidon ou de gélifiants : il est alors vendu sous forme de desserts lactés frais.

Remarque : **attention** car le tonyu ne doit pas être considéré seulement comme une boisson de par sa forte teneur en protéines mais aussi comme un aliment.

2.2.1.2. Le Tofu ou « fromage de soja »

C'est ce que les chinois appellent la « **viande sans os** ». Le jus de soja est coagulé avec des sels de calcium ou de magnésium. Le caillé surnageant est récolté à la louche et mis en faisselles. Le coagulum ainsi moulé est ensuite stérilisé. Il peut être découpé en morceau et doit être conservé à une température ≤ 4 °C.

Il existe deux catégories de Tofu :

- *le tofu ferme* qui peut être utilisé râpé ou grillé comme les pommes de terre ;
- *le tofu mou* qui sera, grâce à sa texture, lisse et utilisé dans de nombreuses préparations telles que :

- quiche au tofu ;
- tofu aux légumes ;
- tofu pané ;
- raviolis au tofu ;
- croquettes, galettes au tofu ;
- salades au tofu...

Le tofu reste cependant l'un des aliments les plus fade qui existent.

2.2.2. Produits fermentés

2.2.2.1. Le Miso

Il est obtenu par fermentation d'un mélange de soja, de sel et de céréales (orge, riz) par un champignon appelé *Aspergillus orysae*. On obtient alors une pâte qui sert à confectionner des bouillons ou des sauces très riches en protéines (15 %) et vitamines.

2.2.2.2. Le Tempeh

C'est un aliment traditionnel indonésien. Il est préparé à partir d'une pâte de graines de soja cuite et fermentée par un champignon appelé *Rhizopus* qui est producteur de vitamine B_{12}.

Il peut être utilisé tel quel ou grillé ou frit et alors remplacer la viande.

2.2.2.3. Le Shoyu et le Tamari

Ce sont des sauces de soja fermentées. On les prépare par fermentation de graines ou de pâte cuite à base de soja avec ou sans riz ou blé dans une saumure salée additionnée *d'Aspergillus orysae ou Aspergillus sojae* hydrolysée par leurs enzymes.

La sauce brune obtenue est riche en acides aminés libres dont l'acide glutamique qui lui donne son goût typé.

Ces produits sont très riches en sel (10 à 16 %) et augmentent ainsi la sapidité des plats.

2.3. Valeur nutritionnelle du soja

2.3.1. Composition moyenne des aliments issus du soja (tableau 83)

2.3.1.1. Les protéines

Les protéines de soja présentent un avantage sur les autres protéines végétales car leur CUD (95 %) et leur VB (75 %) sont supérieures. Cependant, elles présentent un facteur limitant : les acides aminés soufrés.

Tableau 83 ■ Valeur nutritionnelle des produits dérivés du soja.

Produit	Eau (%)	Protéines (%)	Lipides (%)	Glucides (%)
Tonyu	92,5	3,5	2	2
Tofu	82,5	12,5	3	2
Miso	58,5	15	5	21,5
Tempeh	22	45	30	3

2.3.1.2. Les lipides

Le soja possède le même profil lipidique que les céréales à savoir :
- *absence de cholestérol* ;
- *faibles teneurs en lipides* (~ 2 %) et de nature insaturée.

2.3.1.3. Les glucides

Les produits issus du soja ont un profil glucidique intéressant puisqu'ils sont dépourvus de lactose. Cependant, ils sont assez pauvres en fibres par rapport aux graines de soja d'origine car leur fabrication a nécessité l'élimination des enveloppes externes de la graine. Cela augmente cependant leur digestibilité d'autant plus que cette carence peut facilement être compensée par une association avec des végétaux ou des céréales.

2.3.1.4. Vitamines et minéraux

Les produits issus du soja contiennent des vitamines du groupe B, de la vitamine E, du magnésium, du fer, du phosphore et du potassium en quantité variable selon leur mode de fabrication et selon le degré de raffinage. En revanche, le soja est naturellement dépourvu de calcium.

2.3.2. Comparaison de la valeur nutritionnelle du soja avec celle des produits laitiers

Même si les produits dérivés du soja se présentent souvent comme les produits laitiers et qu'ils sont stockés dans le commerce de la même manière, leurs différences sont importantes (tableau 84).

Remarque : il existe cependant de plus en plus de préparations à base de soja enrichies en calcium participant aux couvertures des besoins.

2.3.3. Comparaison de la valeur nutritionnelle du soja avec celle des produits céréaliers

Les protéines de soja et des céréales sont complémentaires en acides aminés essentiels.

Tableau 84 ■ Comparaison de la valeur nutritionnelle du soja avec celle des produits laitiers.

Produits dérivés du soja	Produits laitiers
Protéines végétales	Protéines animales
Contiennent des AGPI	Pauvreté en AGPI
Teneurs inférieures en Mg, K	Teneurs supérieures
Teneurs supérieures en fer	Teneurs inférieures
Teneurs faibles en Ca	Sources de Ca

De plus, les céréales sont sources de fibres et de glucides complexes tandis que le soja présente une bonne digestibilité et parfois un intérêt pour ses graisses insaturées.

Il est donc particulièrement judicieux de les associer.

2.4. Les intérêts nutritionnels du soja

2.4.1. Prévention des maladies cardiovasculaires

De nombreuses recherches indiquent que le soja améliore le profil du cholestérol sanguin (diminution du LDL cholestérol et augmentation du HDL cholestérol). Il peut donc participer à la prévention des maladies cardiovasculaires.

2.4.2. L'intolérance aux protéines de lait de vache

Les protéines de soja peuvent remplacer les protéines chez les personnes présentant une allergie aux protéines de lait de vache.

2.4.3. L'intolérance au lactose

Le soja étant totalement dépourvu de lactose, les enfants ou adultes digérant difficilement le lactose peuvent consommer sans problème des produits à base de soja.

2.4.4. Lutte contre l'ostéoporose

Des études scientifiques poussées montrent que les **isoflavones** présents dans le soja exercent un effet bénéfique sur la conservation de notre tissu osseux en stimulant les cellules osseuses assurant la formation des os et en freinant les cellules responsables de leur résorption. En effet, les isoflavones ont une structure similaire aux œstrogènes.

De plus, la consommation de protéines de soja diminue l'élimination de calcium dans les urines ce qui n'est pas le cas des protéines animales.

Enfin, les protéines de soja contiennent moins d'acides aminés soufrés ce qui limiterait la perte de calcium.

2.4.5. Prévention de certains cancers

2.4.5.1. Cancer de la prostate

Les isoflavones du soja auraient un effet protecteur mais les études sont encore en cours.

2.4.5.2. Cancer du sein et de l'endomètre

Le soja aurait un effet protecteur sur les tissus sensibles aux hormones sexuelles (sein et endomètre) grâce à leur teneur en **phyto-œstrogènes**. Toutefois, les recherches sont parfois contradictoires. Cet effet préventif est donc encore à considérer comme hypothétique.

2.5. Conclusion

Le soja et ses dérivés ont des effets bénéfiques pour la santé. Cependant, il est important de rappeler qu'ils ne peuvent en aucun cas remplacer les produits laitiers même s'ils peuvent être conseillés lors de régimes spéciaux (sans lactose...). Ils doivent aussi être associés à d'autres aliments comme les produits céréaliers afin d'assurer un équilibre alimentaire adéquat.

De plus en plus médiatisé, le soja offre de nombreuses formes de commercialisation permettant de facilement l'intégrer à un repas quotidien. Cependant, certains consommateurs ont encore du mal à s'habituer au goût spécifique de « petits pois crus » de ces produits que la technologie tente de faire disparaître à l'aide de certains arômes. On peut tout de même le cuisiner selon des recettes assez goutteuses.

9

Les produits sucrés

Introduction

Dans une alimentation équilibrée, les produits sucrés ne doivent pas représenter plus de 10 % de l'apport énergétique total pour des sujets bien portants ce qui correspond :

- *pour un homme de référence* (AET de 11 400 kJ) à environ 65 g de sucre ou équivalent par jour ;
- *pour une femme de référence* (AET de 9 100 kJ) à environ 50 g de sucre ou équivalent par jour.

Cette place peut être diminuée, par exemple lors de *régimes hypoénergétiques*, ou élargie lors, par exemple de *dénutrition*.

Les produits sucrés représentent essentiellement un apport d'énergie glucidique sous forme de glucides simples : glucose, saccharose, fructose. Ils ne sont donc en aucun cas indispensables à l'organisme de par leur apport en « **calories vides** ». Ce sont uniquement des aliments plaisir grâce à leur saveur douce et agréable dont il ne faut pas abuser.

La consommation annuelle de sucre n'a cessé d'augmenter jusqu'en 1974, où un maximum de près de 40 kg par habitant par an est atteint. Depuis, un léger fléchissement s'est produit avec une consommation annuelle totale, tous les produits sucrés confondus, qui semble se stabiliser autour de 34 kg par habitant par an.

Mais l'évolution est très variable selon les produits : la consommation du sucre vendu en l'état (moins du tiers de la consommation totale) diminue depuis les années 70, tandis que la consommation de produits sucrés augmente considérablement. Ainsi, la consommation annuelle totale de boissons gazeuses

sucrées, jus de fruits et nectars a été multipliée par 6, pour attendre près de 50 litres par personne. La consommation de produits riches en sucres (gâteaux, crèmes glacées, sorbets...) augmente encore plus, passant de 1 kg par an en 1960 à 14 kg en 1995. De plus, en dix ans, l'utilisation de sucre dans les desserts lactés a doublé.

Remarque : il est important aussi de noter que 74 à 80 % du sucre ingéré provient des aliments transformés. Ainsi, on en trouve non seulement dans les produits sucrés mais aussi dans les charcuteries, les pizzas, les bouillons en cube, les soupes, les sauces...

1. Le sucre ou saccharose

Dans la réglementation, le mot **sucre** désigne les produits obtenus en sucrerie et en raffinerie provenant de plantes saccharifères c'est-à-dire riches en saccharose.

1.1. Fabrication du sucre blanc

1.1.1. Le sucre issu de la betterave sucrière

Il existe 3 variétés de betteraves :
- *la betterave potagère* : c'est un légume de consommation courante à chair rouge ;
- *la betterave fourragère* : elle est utilisée pour nourrir le bétail et sa chair est de couleur rouge ou blanche ;
- *la **betterave sucrière*** à chair blanche qui contient 16 à 18 % de sucre pour 100 g de betterave. Celle-ci stocke le sucre synthétisé par ses feuilles (par le phénomène de photosynthèse) dans ses racines. C'est donc celle-ci qui sera exploitée lors de la fabrication du sucre blanc.

Différentes étapes sont ainsi nécessaires (figure 35) :

▶ LAVAGE, ÉPIERRAGE, DESHERBAGE, ÉPAILLAGE DES BETTERAVES ET DÉCOUPES EN COSSETTES

Les betteraves sont récoltées puis transportées dans des sucreries. Elles vont y être lavées afin d'éliminer les impuretés (pierres, paille et terre) et découpées en **cossettes** qui sont de fines lanières de betterave dont la forme permet :
- une plus grande surface de contact en vue de l'extraction du sucre ;
- une faible épaisseur pour réduire le temps de diffusion du sucre vers le jus.

▶ DIFFUSION

Les cossettes sont placées dans d'immenses cylindres horizontaux et mises en présence d'eau chaude à 75 °C circulant à contre-courant. Cette étape permet la

diffusion du sucre par un phénomène d'osmose à travers les parois cellulaires des cossettes dans l'eau chaude.

On recueille alors un **jus de diffusion impur** de couleur bleue voir noire (on obtient environ 140 litres de jus à partir de 100 kg de cossettes) dont la composition est la suivante :

- eau : 84 %
- sucre : 13-14 %
- impuretés : 2-3 %

Sucre impur ~ 15 %

En parallèle de ce jus, on obtient des cossettes épuisées appelées **pulpes** qui serviront :

- à l'alimentation animale ;
- à la fabrication de pectines industrielles ;
- à l'obtention d'autres fibres alimentaires (lignine, cellulose) et incorporées dans des produits alimentaires « enrichis en fibres ».

▶ ÉPURATION

• ***Chaulage :*** le jus sucré est épuré à l'aide de lait de chaux qui précipite une partie des impuretés et forme avec elles des sels insolubles.

• ***Carbonatation :*** le jus sucré chaulé est chauffé à une température de 80 à 85 °C et mis en présence de gaz carbonique. Celui-ci transforme la chaux en carbonate de chaux insoluble, donnant ainsi un précipité granuleux facile à éliminer par filtration.

▶ FILTRATION

Le précipité de carbonate de chaux contenant les impuretés est alors séparé du jus clair sucré par filtration. On obtient alors un **jus épuré** limpide et jaune pâle contenant :

- 12 à 13 % de saccharose ;
- 86 % d'eau ;
- 1 % d'impuretés.

▶ ÉVAPORATION SOUS VIDE

Le jus sucré épuré passe dans des chaudières d'évaporation et se concentre.

On obtient alors un sirop brun jaune qui est très dense et qui contient environ 60 à 65 % de saccharose.

▶ CRISTALLISATION

Pour provoquer la cristallisation du sucre, le sirop sucré doit être concentré par sursaturation c'est-à-dire qu'on l'amène au-delà de sa limite de solubilité. Une concentration et une cristallisation sont ainsi effectuées sous vide, dans d'énormes chaudières, à une température proche de 80 °C (pour éviter le risque de caramélisation).

On obtient alors une « masse cuite » formée de **cristaux** bien apparents de sucre pur et de quelques impuretés qui se concentrent dans l'eau mère.

▶ MALAXAGE

La masse cuite est déversée dans un malaxeur et refroidie ce qui permet aux cristaux de continuer de grossir au dépend de l'eau mère dans laquelle ils baignent et d'où il faudra les séparer.

▶ CENTRIFUGATION

La masse cuite est envoyée sur des essoreuses centrifuges qui permettent la séparation des cristaux de sucre encore un peu jaunes de l'eau-mère et des impuretés restantes. On obtient ainsi le **sucre de premier jet**.

Celui-ci est ensuite lavé ce qui rend le sucre très blanc c'est-à-dire totalement débarrassé des dernières traces d'eau mère mais il reste encore chaud et humide.

Cependant, l'eau chassée de la centrifugeuse contient encore une forte proportion de sucre : cette eau-mère appelée « *égout de premier jet* » subit une nouvelle cuisson, un nouvel essorage et donne le **sucre de deuxième jet**, plus coloré et moins pur que le « sucre de premier jet ». Les « *égouts de deuxième jet* » encore riches en sucre sont à leur tour réincorporés au cycle de fabrication et donnent un **sucre de troisième jet** (ou **sucre roux**), de couleur brune chargé d'impuretés et un dernier égout qui est appelé « **mélasse** ».

Les sucres de deuxième et troisième jets sont généralement refondus et réintégrés dans la fabrication pour être recristallisés.

La **mélasse** contient encore du sucre (environ 50 % des matières sèches) mais son extraction serait beaucoup trop onéreuse. De plus, son goût étant désagréable, elle est utilisée :

- pour la production *d'alcools* (*exemple* : alcool éthylique utilisé en parfumerie, vinaigrerie, pharmacie, lors de la fabrication de produits ménagers…) ;
- pour la fabrication *d'aliments destinés au bétail* ;
- pour diverses *fermentations microbiologiques industrielles* car elle constitue un substrat de choix (production d'acide glutamique utilisé comme condiment, d'acide citrique utilisé comme additif alimentaire, d'antibiotiques, de levure de boulangerie…).

▶ SÉCHAGE

Le **sucre cristallisé blanc** sortant des centrifugeuses est séché par de l'air chaud puis refroidi. Son humidité est ainsi ramenée à moins de 0,02-0,04 %. Il est alors pesé et dirigé vers des silos de stockage en vrac.

▶ RAFFINAGE

Les raffineries sont complémentaires des sucreries car elles permettent non seulement de purifier les sucres bruts de deuxième et troisième jets mais aussi de conditionner et de commercialiser les sucres destinés à la consommation directe selon ses différentes présentations.

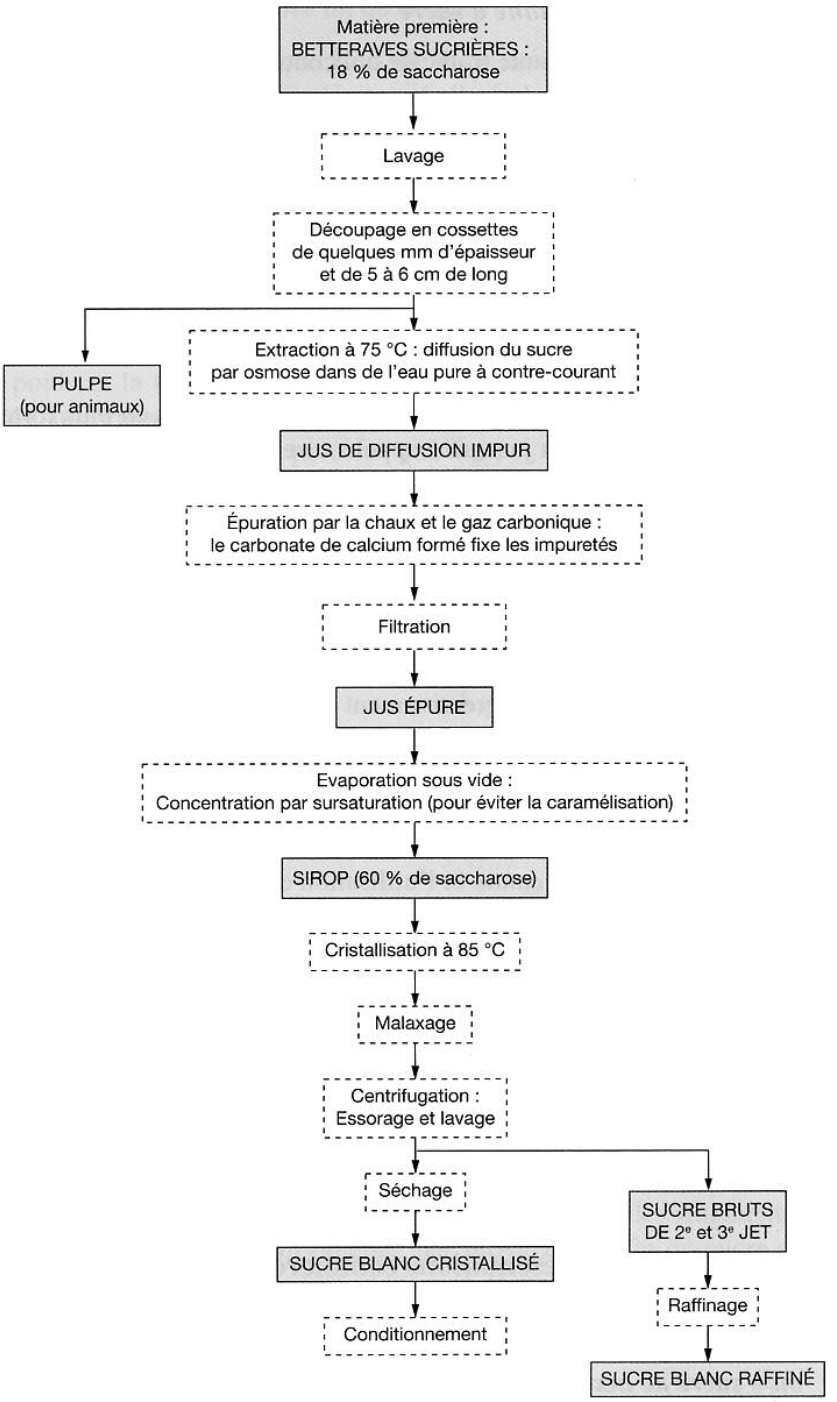


Figure 35 ■ Schéma de fabrication du sucre blanc à partir de la betterave sucrière.

1.1.2. Le sucre issu de la canne à sucre

La canne à sucre est une plante tropicale qui contient du sucre dans sa tige. Par opposition à la betterave, pour laquelle le sucre était extrait par diffusion, celui de la canne à sucre est récupéré par broyage.

Différentes étapes permettent de fabriquer du sucre de canne :

► EXTRACTION DU « VESOU » OU DU JUS DE CANNE

- ***Découpage et broyage des cannes***

Des « coupes-cannes » débitent les cannes en morceaux très courts et très petits.

Les cannes ainsi préparées sont écrasées et pressées de plus en plus fortement ce qui permet de recueillir un jus sucré appelé « **vesou** » qui contient 10 à 18 % de saccharose.

Les matières fibreuses ou les résidus ligneux obtenus après le broyage sont imbibés d'eau pour dissoudre le maximum de saccharose et sont ensuite utilisés comme combustibles pour les chaudières des sucreries ou des raffineries.

- ***Tamisage et filtration***

Cette réaction transforme progressivement la solution de saccharose en un mélange de glucose et de fructose qui fait obstacle à la cristallisation et qui présente deux devenirs possibles :

- *la fabrication de rhum blanc ou « agricole »* obtenu par des distilleries ne fabriquant que du rhum ;
- *l'extraction de sucre de canne* et l'utilisation des mélasses résiduelles et de l'eau mère pour la fabrication du rhum industriel. Le rhum industriel est ainsi produit par les distilleries de sucreries.

- ***Extraction du sucre***

Après avoir été épuré, décanté, filtré, le vesou est évaporé et concentré jusqu'à la consistance d'un **sirop**. Il est ensuite recuit jusqu'à la cristallisation spontanée du saccharose. Les **cristaux de sucre** sont ensuite séparés de l'eau mère et séchés.

1.2. Les différentes présentations commerciales du sucre

1.2.1. « Sucre raffiné » ou « sucre blanc raffiné » ou « sucre blanc » ou « sucre de luxe »

Ces appellations correspondent à un sucre de betterave ou de canne contenant **au moins 99,7 % de saccharose**. Ce sont donc des **cristaux de sucre pur** obtenus après un **raffinage total**.

1.2.2. Sucre roux de betterave ou de canne

C'est un sucre qui contient de **85 à 98 % de saccharose** et certaines **impuretés** auxquelles il doit sa couleur plus ou moins brune. C'est donc le résultat de la première extraction de la betterave à sucre ou de la canne à sucre.

1.2.3. Sucre raffiné moulé en morceaux

Les cristaux de sucre blanc ou roux, encore chauds et humides, provenant des turbines sont compressés automatiquement dans des moules et agglomérés entre eux par séchage.

Le poids et la taille des morceaux sont indiqués par des chiffres (calibres) apposés sur l'emballage :

- un morceau de calibre 3 pèse environ 7 g ;
- un morceau de calibre 4 pèse environ 5 g.

1.2.4. Sucre cristallisé

C'est un sucre recueilli après cristallisation des sirops qui est blanc et composé de gros cristaux.

1.2.5. Sucre en poudre ou sucre semoule

Il est obtenu par tamisage ou broyage du sucre cristallisé blanc. La dimension moyenne des fragments de cristaux est voisine de 0,5 mm.

1.2.6. Sucre gélifiant pour confitures et gelées

C'est une poudre de sucre cristallisé additionnée de pectine naturelle de fruits (gélifiante), et d'acides naturels (acide citrique ou acide tartrique) afin de faciliter la prise des confitures (gélification).

1.2.7. Sucre glace

C'est une poudre blanche dont la dimension moyenne des fragments de cristaux est inférieure à 0,15 mm obtenue par broyage très fin du sucre cristallisé blanc. Ce sucre est habituellement additionné de matières amylacées (environ 2 à 3 %) ce qui évite sa prise en bloc.

1.2.8. Cassonade

Elle correspond à un sucre brun cristallisé obtenu par cristallisation d'un sirop de sucre de canne n'ayant pas subi de raffinage.

1.2.9. Vergeoise

C'est un sucre à consistance moelleuse, coloré et parfumé par les composants naturels de sa matière première : pour la vergeoise blonde ceux d'un premier sirop d'épuisement de raffinerie, pour la vergeoise brune ceux d'un second sirop d'épuisement de raffinerie.

1.2.10. Sucre candi

Ce sont de très gros cristaux blancs ou bruns obtenus par cristallisation lente (de l'ordre de 10 jours) sur un fil de lin ou de coton d'un sirop de sucre de raffinerie concentré et chaud.

1.2.11. Sucre liquide ou sirop de glucose ou sirop de sucre

C'est une solution de sucre de couleur transparente ou blonde obtenue par hydrolyse d'amidon (de maïs) en présence d'un acide. Il est composé de molécules de glucose et de maltose ; son pouvoir sucrant est trois fois moins important que celui du saccharose. On l'utilise principalement en *pâtisserie*, en *confiserie* et en *glacerie*.

1.2.12. Le pain de sucre

Il est obtenu par évaporation de l'excédent de jus d'un sucre en cours de cristallisation.

1.2.13. Le sucre vanillé

C'est un sucre aromatisé à la vanille naturelle ou artificielle qui doit comporter au moins 10 % de poudre ou d'essence de vanille.

1.2.14. Le sucre enveloppé

Il est conditionné dans des emballages papier ou en sachets-doses. On le retrouve surtout en restauration hors foyer.

1.3. Composition des sucres blancs et roux (tableau 85)

Il ne faut pas attribuer à ces produits une valeur nutritionnelle particulière même si leur image surfaite de produits plus naturels favorise leur consommation.

Tableau 85 ■ Composition des sucres blancs et roux.

	Glucides	Minéraux	Vitamines	VE (kJ)	VE (kcal)
Sucre blanc	99,8 %	40 mg	0	1 700	400
Sucre roux	> 85 %, < 98 %	45-80 mg	Négligeable	1 600	390

2. *Les confitures, les gelées et les marmelades*

2.1. Définitions

2.1.1. Confiture

La confiture est obtenue par la cuisson de sucres et de pulpe et/ou de purée :
- d'*une seule espèce de fruits* ;
- de *deux ou plusieurs espèces de fruits.*

La quantité de pulpe et/ou de purée de fruit utilisée pour la fabrication de 1 000 g de produit fini doit être **supérieure à 350 g** en général.

2.1.2. Confiture extra

C'est une confiture pour laquelle la quantité de pulpe et/ou de purée de fruits utilisée pour la fabrication de 1 000 g de produit fini doit être **supérieure à 450 g** en général.

2.1.3. Gelée

La gelée est le mélange suffisamment gélifié de sucre et du jus clair tamisé de fruits cuits. La quantité de jus utilisé pour la fabrication de 1 000 g de produit fini doit être **supérieure ou égale à 350 g** en général.

2.1.4. Gelée extra

C'est une gelée pour laquelle la quantité de jus utilisé pour la fabrication de 1 000 g de produit fini doit être **supérieure ou égale à 450 g** en général.

2.1.5. Marmelades

La marmelade est la cuisson de sucre et d'agrumes sous forme de pulpe, purée, jus ou écorce. Ces agrumes ont été macérés dans un sirop de sucre avant d'être cuits. La quantité d'agrumes utilisée pour la fabrication de 1 000 g de produit fini doit être **supérieure ou égale à 200 g**.

Remarque : ces dénominations doivent être complétées par l'indication du ou des fruits utilisés et peuvent être complétées par la mention « **pur sucre** ». Cette mention est interdite lorsqu'il y a substitution d'une partie du sucre raffiné ou blanc cristallisé par de la cassonade ou du sucre roux.

2.2. Conservation des confitures

L'activité de l'eau est diminuée lors de la concentration due à la cuisson et à l'adjonction de sucre ce qui confère à ces produits une stabilité lors de leur stockage. De plus, la cuisson détruit en grande partie les levures et les moisissures. Ceci explique qu'une confiture « ratée » c'est-à-dire mal cuite fermente sous l'action des levures et surtout moisit. La formation de mycotoxines est alors possible.

2.3. Les additifs autorisés

Dans les confitures et gelées extra, seuls certains additifs alimentaires sont autorisés par l'arrêté du 20/10/97 (tableau 86). Certains ingrédients ne nécessitant pas de mentions dans la dénomination de vente des produits finis peuvent aussi être ajoutés (tableau 87).

Tableau 86 ■ Additifs autorisés dans les confitures et gelées extra.

Catégories	Noms
Anti-oxygène	Acide L-ascorbique
Émulsifiants anti-moussants	Mono et diglycérides d'acides gras
Gélifiants	Pectines
Acidifiants	Acide lactique et lactate Acide citrique et citrate Acide tartrique et tartrate Acide malique et malate

Tableau 87 ■ Liste des ingrédients pouvant être ajoutés aux produits finis.

Nom
Eau de qualité alimentaire
Jus de fruits
Jus de fruits rouges
Jus de betteraves rouges

2.4. Composition

2.4.1. L'eau

Les confitures sont pauvres en eau puisqu'elles en contiennent seulement **30 à 40 %**.

2.4.2. Les glucides

La teneur moyenne est de **60 à 70 %** de glucides.

Les confitures sont riches en pectines qui forment des gels responsables de leur consistance. Les fruits peu riches en pectines (c'est-à-dire les fruits peu acides) doivent être additionnés de sucres spéciaux pour confitures qui en contiennent.

La cuisson est responsable de l'hydrolyse acide du saccharose ce qui l'empêche de cristalliser lors du stockage.

2.4.3. Les fibres

La teneur moyenne en fibres des confitures avoisine les 1 %.

2.4.4. Valeur énergétique

L'ajout de sucre et la concentration due au chauffage l'ont multiplié au moins par 6. Elle atteint ainsi environ 1 100 kJ (265 kcal) pour 100 g.

2.4.5. Les minéraux

Les minéraux (calcium, magnésium, potassium...) sont réduits de moitié environ par rapport au produit de départ à cause de la dilution due à l'ajout de sucre.

2.4.6. Les vitamines

En ce qui concerne la *vitamine C*, sa fragilité entraîne sa totale disparition lors de la cuisson. De plus, les fabricants sélectionnent des espèces de fruits à teneur en vitamine C peu importante car elle contribuerait à favoriser le brunissement des confitures lors du stockage.

Les *vitamines B* ont aussi leur teneur aussi fortement abaissée du fait du sucre ajouté et des traitements technologiques.

2.5. Grammages

Les dosettes individuelles servies en restauration contiennent 30 à 40 g de produit soit l'équivalent de 20 g de sucre (4 morceaux).

Une cuillère à soupe de confiture (20 g) apporte environ 15 g de sucre (3 morceaux).

3. *Le miel*

Le miel est un produit naturel fabriqué par les abeilles à partir du nectar ou des sécrétions sucrées de certaines plantes (fleurs, arbres fruitiers, colza, acacia, sapin, thym...). Les abeilles hydrolysent le saccharose grâce à une enzyme (l'invertine) présente dans leur jabot en un mélange de glucose et de fructose dont la saveur sucrée est forte.

Le miel se présente à l'état solide ou liquide. Il est composé essentiellement de glucides principalement sous forme de sucre inverti (glucose et fructose). Il existe deux types de miel :

- *les miels polyfloraux ou « toutes fleurs »* (80 % de la production) moins chers ;
- *les miels unifloraux* (*exemples* : miel d'acacia, miel de lavande).

L'origine florale du nectar influence donc la couleur du miel, sa saveur et sa viscosité. Ainsi, en règle générale, plus le miel est foncé et plus sa saveur est prononcée. *Exemples* :

- les miels de trèfle, de colza et de luzerne sont pâles et de saveur modérée ;
- le miel de bruyère est roux et de saveur forte ;
- le miel d'acacia est très doux, transparent et liquide.

Les arômes du miel sont donc liés à plus de 120 substances (alcools, cétones, aldéhydes, acides et esters). Cependant, beaucoup de ces substances se ressemblent ce qui fait que les vieux miels sont souvent semblables au goût et de saveur moins prononcée.

La *valeur nutritionnelle* du miel est la suivante :

- eau : ~ 20 %
- fructose : 38 %
- glucose : 31 %

Glucides principalement ~ 70 %

- peu de vitamines et minéraux

Le miel contient aussi des enzymes qui facilitent la digestion des glucides. C'est pourquoi, il est utilisé dans la composition de certains laits pédiatriques.

Le fructose en quantité assez importante lui donne des qualités laxatives douces.

Son pouvoir sucrant est supérieur à celui du sucre de par sa richesse en fructose.

Remarque : la gelée royale est un produit riche en protéines, en vitamines et en oligoéléments.

4. *Le cacao et le chocolat*

4.1. Le cacaoyer ou cacaotier

Il est aussi appelé ***Theobroma cacao*** et mesure 7 à 8 m de haut. Il pousse dans les régions tropicales car il réclame un air humide et chaud (24-27 °C). Les pays producteurs sont l'Afrique, secondairement l'Amérique du sud et faiblement l'Asie. Le chocolat provenant du Mexique fut introduit en France en 1615.

Le cacaoyer donne des baies appelées **cabosses** (20 à 80 par arbre) qui poussent sur le tronc et les branches. De forme ovale, les cabosses mesurent entre 10 et 20 cm et pèsent de 200 g à plus de 1 kg.

Une cabosse arrive à maturité en 5 à 7 mois et chacune renferme 20 à 40 **fèves fraîches** ou **graines fraîches de cacao** très amères entourées d'une pulpe gélatineuse appelée **mucilage**.

4.2. Obtention du cacao

4.2.1. Fermentation

Les graines sont déposées sur des casiers de bois aérés et recouvertes de feuilles de bananier. Puis elles sont brassées régulièrement pour obtenir une fermentation homogène. Sous l'action des levures et des bactéries, la pulpe sucrée se décompose et produit du jus acide riche en acide acétique.

Peu à peu, cet acide dégrade les parois cellulaires. Il y a alors hydrolyse des polyphénols et peu à peu, les graines passent du violet au marron. Il se produit aussi une hydrolyse des protéines et les acides aminés formés permettent l'apparition de l'odeur caractéristique du cacao. Enfin, cette étape atténue l'astringence et l'amertume naturelle des graines. Sa durée varie de 2 à 6 jours.

4.2.2. Séchage

Il permet de développer l'arôme. Les graines fermentées contenant encore beaucoup d'eau sont étalées en plein soleil et sèchent durant 8 à 15 jours. Pour éviter la formation de moisissures, on les retourne régulièrement. Leur taux d'humidité tombe alors à 7 % et elles sont transformées en **fèves de cacao**.

4.2.3. Conditionnement des fèves en sacs

Les fèves de cacao sont conditionnées pour ensuite être expédiées dans les chocolateries. Elles sont cependant encore poussiéreuses et mélangées à des débris de végétaux, qu'il faudra éliminer avant de les broyer.

4.2.4. Transformation de la fève en cacao

▶ NETTOYAGE ET CONCASSAGE

Un tapis oscillant et une colonne aspirante éliminent d'abord toutes les poussières et impuretés. Puis par broyage et concassage, on brise la coque de la fève, indigeste, qui libère le **grain de cacao**. Une soufflerie élimine ensuite les coques.

▶ TORRÉFACTION

Les grains sont grillés pendant 35 à 40 minutes à une température comprise entre 120 et 140 °C selon le type de cacao, sa texture... Cette étape permet de développer leur arôme et ils prennent une belle couleur.

On les refroidit ensuite le plus vite possible pour éviter que le processus ne se poursuive à l'intérieur des grains.

▶ BROYAGE ET AFFINAGE

Les grains sont décortiqués pour en extraire l'amande, broyés par une série de rouleaux et forment la **pâte de cacao** qui devient de plus en plus liquide. Celle-ci est ainsi constituée d'un mélange de **beurre de cacao** (matière grasse blanchâtre) et de **cacao** (correspondant au cacao amer en poudre) ; ces deux constituants pouvant ensuite être facilement séparés.

4.3. Obtention du chocolat

Le chocolat est un mélange complexe gras et sucré de pâte de cacao dégraissée ou non, de beurre de cacao, de cacao amer et de sucre. Dans certains cas, on peut y ajouter du lait, des arômes, des fruits...

Les différentes étapes conduisant à son obtention sont les suivantes :

4.3.1. Conchage ou malaxage

La pâte de cacao est chauffée pendant 12 à 48 heures à 80 °C, puis émulsionnée ce qui provoque une friction des particules de cacao et du sucre.

Cette opération capitale en chocolaterie, donne au chocolat son *moelleux*, son *velouté*, sa *finesse*, son *onctuosité* et son *fondant*.

Ainsi, il y a évaporation d'eau, l'arôme se développe et toute trace d'amertume disparaît.

À cette étape, on peut aussi ajouter des arômes (cannelle, vanille...).

4.3.2. Tempérage et moulage

La pâte de cacao est refroidie ce qui entraîne la cristallisation du beurre de cacao.

À ce moment, on peut ajouter du lait ou éventuellement de la crème, du beurre...

La pâte de cacao peut alors être transférée sur les lignes de moulage et transformée en barres, tablettes...

4.4. Différentes dénominations

4.4.1. Le chocolat non sucré ou supérieur

Il correspond à de la pâte de cacao sans addition de sucre ou de solides du lait. Les chocolatiers et les confiseurs l'utilisent pour la cuisson uniquement car sa saveur amère ne le rend pas comestible tel quel.

4.4.2. Le chocolat noir

Il regroupe le chocolat amer et le chocolat mi-sucré qui contiennent entre 35 et 70 % de pâte de cacao. Ils se mangent nature mais s'utilisent surtout en cuisine.

4.4.3. Le chocolat au lait

Il renferme une certaine quantité de poudre de lait et des aromates (vanille) mélangés à du beurre de cacao. Sa saveur est douce et sa texture onctueuse. Il ne peut pas être utilisé en cuisine car les solides du lait qu'il contient brûlent à la cuisson.

Remarque : il existe du *chocolat au lait supérieur* dont la teneur en lait est augmentée.

4.4.4. Le chocolat blanc

Il est fait uniquement à partir de beurre de cacao (donc sans cacao) auquel on ajoute du lait concentré ou en poudre, du sucre et de l'essence de vanille. C'est pourquoi, il ne possède pas les qualités nutritionnelles et les colorants du cacao. Sa saveur est plus douce et sa texture plus crémeuse que le chocolat brun. Il est peu utilisé en confiserie.

Remarque : le chocolat peut aussi être additionné, pour des raisons économiques, de 5 % de matières grasses végétales (MGV) ou d'émulsifiants comme la **lécithine**. Ce procédé permet de diminuer la quantité de beurre de cacao qui coûte assez cher.

La conséquence de ceci est l'apparition sur le marché de trois catégories de chocolat :

- *chocolat sans autre précision* : produit pouvant contenir 5 % de MGV ;
- *chocolat « pur beurre de cacao »* : il est sans adjonction de MGV mais peut contenir de la lécithine de soja ;
- *chocolat « ingrédients nobles »* : il ne contient ni lécithine de soja, ni MGV. C'est donc un chocolat de qualité supérieure.

4.5. La conservation du chocolat

La stabilité du chocolat dépend des conditions de cristallisation du beurre de cacao lors du tempérage puis des conditions de stockage. Deux principaux défauts peuvent alors apparaître :

– Le blanchiment gras

Une élévation de la température lors de la conservation peut faire remonter une partie du beurre de cacao (triglycérides monoinsaturés) à la surface du chocolat. Le chocolat apparaît alors terne et gris blanc. Ce phénomène se produit lorsque le

tempérage est mal fait c'est-à-dire lorsque la quantité de formes instables de glycérides est importante.

– Le blanchiment cristallin

Si le chocolat est conservé en atmosphère humide ou en cas de changements de température trop rapides, il se produit une migration d'une partie du sucre à la surface du chocolat. Il y a alors formation à la surface de minuscules cristaux brillants et rudes au toucher.

Conclusion : règles de stockage du chocolat :

- stocker le chocolat dans un endroit sec à une température comprise entre 15 et 18 °C ;
- l'éloigner de toute odeur susceptible de l'altérer ;
- le consommer rapidement ;
- ne pas le chauffer à plus de 50 °C pour ne pas altérer sa saveur.

4.6. Valeur nutritionnelle du chocolat (tableau 88)

Sa teneur en eau étant faible, le chocolat présente une valeur énergétique élevée.

Par rapport aux autres produits sucrés, sa teneur en protéines est plus élevée mais leur CUD est de seulement 42 %. Le chocolat est aussi riche en lipides : cette forte teneur associée à une teneur en protéines non négligeable permet au chocolat d'avoir un index glycémique bas (35 %). Ceci en fait donc un aliment à part au sein du groupe des produits sucrés. On notera que la proportion de graisses est plus importante dans le chocolat noir alors que le chocolat au lait est plus riche en sucre. On peut aussi noter la présence de *fibres* mais vu la quantité consommée celles-ci restent négligeables.

Le chocolat contient aussi des psychostimulants tels que la **théobromine** (d'où son nom : le Théobroma) ainsi que la **caféine**. Cependant, il contient aussi des quantités relativement importantes de **tyramine et d'histamine** qui peuvent, chez les sujets sensibles, être responsables de migraines.

Remarque : dans le chocolat allégé, le saccharose est remplacé par des polyols qui sont des substances sucrantes à faible teneur calorique. Cependant, comme la diminution de cette teneur en sucre doit être compensée, elle se fait la plupart du temps avec des matières grasses.

Ainsi, presque la totalité des chocolats allégés ont une valeur énergétique guère inférieure à 15 % de celle du chocolat normal. La consommation de chocolat light n'apporte donc aucun avantage significatif.

Tableau 88 ■ Valeur nutritionnelle des produits de cacao et de chocolat.

Constituants	Cacao en poudre non sucré	Cacao en poudre sucré type *Banania*®	Chocolat noir	Chocolat au lait
Eau (g)	3,5	1,5	0,5	1,5
Protides (g)	20	6	4,5	7,5
Lipides (g)	23	3	30	32
Glucides (g)	11,5	86	60	56,5
dont amidon (g)	11,5	11	4,5	2,5
VE (kJ)	1 400	1 700	2 170	2 300
VE (kcal)	330	400	500	550
Calcium (mg)	130	40	50	200
Mg (mg)	520	110	112	60
Potassium (mg)	1 920	850	365	400
Sodium (mg)	60	200	15	90
Phosphore (mg)	660	160	173	230
Fer (mg)	12,5	5	2,9	1,5
Zinc (mg)	3,5	n.d.	2	0,2
Vit. B_1 (mg)	0,13	n.d.	–	0,1
Vit. B_2 (mg)	0,25	n.d.	0,1	0,35
Vit. B_3 (mg)	2,7	n.d.	0,52	0,39
Vit. B_6 (mg)	0,12	n.d.	0,05	0,06
Vit. B_9 (µg)	30	n.d.	6	9
Vit. E (mg)	0,4	n.d.	0,5	0,7
Théobromine (mg)	2 300	n.d.	500	200
Caféine (mg)	68	n.d.	50	20

4.7. Les produits dérivés du chocolat

4.7.1. Les différentes formes commercialisées

De plus en plus sur le marché, il existe de nombreux produits à base de chocolat dont la consommation ne cesse d'augmenter :

- céréales chocolatées ;
- barres chocolatées ;

- biscuits chocolatés ;
- pâtes à tartiner ;
- confiseries au chocolat (bonbons, rochers, bouchées…) ;
- desserts lactés frais chocolatés ;
- produits glacés chocolatés…

4.7.2. Valeur nutritionnelle de quelques dérivés

Leur *valeur nutritionnelle* moyenne est la suivante (tableau 89) :
- protéines : 11,5 % ;
- lipides : 40 % ;
- glucides : 30 %.

Tableau 89 ■ Valeur nutritionnelle de quelques dérivés du chocolat.

Constituants	Céréales chocolatées pour petit-déjeuner	Barre chocolatée type *Mars*®	Biscuit chocolaté
Eau (g)	2,5	7,5	2,7
Protides (g)	5	5,5	7
Lipides (g)	3	19	24
Glucides (g)	90	66	60
dont amidon (g)	51	0,7	26
VE (kJ)	1 700	1 900	2 000
VE (kcal)	400	450	500
Calcium (mg)	25	145	65
Mg (mg)	40	40	40
Potassium (mg)	170	240	220
Sodium (mg)	700	160	360
Phosphore (mg)	110	150	130
Fer (mg)	6,5	1,3	2
Zinc (mg)	n.d.	n.d.	n.d.
Vit. B_1 (mg)	1,3	0,05	0,08
Vit. B_2 (mg)	1,5	0,2	0,11
Vit. B_3 (mg)	17,6	0,3	1,3
Vit. B_6 (mg)	1,8	0,08	0,08
Vit. B_9 (µg)	353	9	n.d.
Vit. E (mg)	n.d.	1,5	1,1

Cependant, la disparité entre ces produits est particulièrement importante. Ainsi, leur valeur calorique reste très variable de même que leur teneur en lipides. Quoi qu'il en soit, il ne faut en aucun cas être indulgent avec ces produits non seulement à cause de leur forte densité calorique mais aussi de leur faible densité nutritionnelle.

5. *Les produits glacés : glaces, sorbets et crèmes glacées*

5.1. Définitions

5.1.1. Glaces

Les glaces sont obtenues par la congélation d'un mélange pasteurisé d'eau potable, de lait (frais, en poudre ou concentré) et de sucre additionné d'arômes naturels et/ou de fruits et/ou de sirop.

5.1.2. Crèmes glacées ou glaces à la crème ou « ice cream »

Elles sont obtenues par la congélation d'un mélange pasteurisé de lait, de crème pasteurisée ou de beurre avec du sucre et des arômes (parfums naturels ou fruits).

5.1.3. Glaces aux œufs

C'est la congélation d'un mélange pasteurisé de lait, de jaune d'œuf (frais, en poudre, congelés ou conservés) et de sucre.

5.1.4. Glace au yaourt

Ce sont les mêmes ingrédients que pour la glace sauf que du yaourt est ajouté après pasteurisation du mélange car sa flore doit être vivante.

5.1.5. Sorbets

Ils sont obtenus par congélation d'un mélange pasteurisé d'eau potable et de sucre aromatisé à l'aide de fruits frais ou de leur équivalent en fruits congelés, lyophilisés ou en jus de fruits. La *proportion de fruits par rapport au produit fini doit être d'au moins 35 %.*

5.2. Additifs autorisés

5.2.1. Les arômes

On peut utiliser soit :
- *des fruits* (fraises, poires…) ;
- *des arômes naturels* (chocolat, praliné, café, vanille, pistache, caramel…).

Attention car les arômes synthétiques sont interdits.

5.2.2. Les autres additifs autorisés

- Colorants ;
- Édulcorants ;
- Émulsifiants ;
- Liants ;
- Stabilisants.

5.3. Différentes étapes d'obtention

1) *Mélange et homogénéisation* des matières premières : obtention d'un « **mix** » ;

2) *Pasteurisation* ; } assurent les qualités
3) *Refroidissement* ; } microbiologiques du produit

4) *Maintient du « mix »* à une température d'environ 6 °C ce qui permet sa maturation c'est-à-dire une amélioration de sa texture et le développement d'arômes ;

5) *Cristallisation* à – 5 °C et *foisonnement* (incorporation d'air) ; cette opération correspond à la congélation du mix. Le mélange va se transformer en glace et de l'air y est progressivement incorporé de façon homogène grâce à un brassage mécanique appelé foisonnement. La glace augmente alors de volume mais celui-ci ne doit pas être supérieur au double du volume initial du mix ;

6) *Conditionnement* ;

7) *Stockage* à une température inférieure ou égale à – 20 °C.

5.4. Contamination

Les principaux germes qui peuvent contaminer les produits glacés sont ceux qui touchent aussi les produits laitiers, à savoir les salmonelles, *Listeria*, *Staphylococcus aureus*.

5.5. Les différentes gammes de produits glacés commercialisés

- Bâtonnets ;
- Cônes ;

- Pots ;
- Spécialités en portion (*exemple* : barres glacées) ;
- Spécialités à partager (*exemple* : gâteaux glacés).

5.6. Valeur nutritionnelle des produits glacés (tableau 90)

Tableau 90 ■ Valeur nutritionnelle des produits glacés.

Constituants	Sorbet	Glace	Glace type esquimau	Glace à la vanille en cornet
Eau (g)	66	62	68	64
Protides (g)	–	4	1	4
Lipides (g)	–	7,5	1,5	8
Glucides (g)	30	25	30	22
VE (kJ)	570	760	555	740
VE (kcal)	134	180	130	175
Calcium (mg)	15	135	30	90

5.7. Grammages et valeurs énergétiques

- Une boule de glace pèse environ 50 g soit 285 kJ (70 kcal) ;
- Une boule de crème glacée pèse environ 50 g soit 380 kJ (90 kcal) ;
- Une boule de sorbet pèse environ 50 g soit 280 kJ (75 kcal) ;
- Un cornet pèse environ 120 g soit 890 kJ (210 kcal) ;
- Un esquimau pèse environ 60 g soit 330 kJ (80 kcal).

6. *Les confiseries*

6.1. Définition et composition

Ce sont des produits élaborés à partir de sucre auquel on a additionné d'autres substances telles que des nutriments, des arômes ou des colorants, destinés à les rendre plus présentables et attrayants. On peut également y ajouter du miel, du lait et, selon les cas, des matières grasses, des fruits, des céréales, de l'amidon, des pectines, des albumines et de la gélatine animale. Enfin, on trouve parfois du suc de réglisse, de la gomme arabique et des gommes utiles pour les chewing-gums comme les gommes naturelles à base de latex, les gommes synthétiques, les résines ou les plastifiants.

Fréquemment, on ajoute aux confiseries des acides pour en rehausser l'arôme, essentiellement des acides citriques mais aussi de l'acide tartrique ou de l'acide lactique.

Cette grande diversité d'ingrédients exprime l'extrême variété de ces produits. C'est pourquoi, on regroupe sous le terme « confiseries » tous les bonbons, qu'ils soient fourrés ou non, les caramels, les gommes et les réglisses, les pâtes de fruits, les gélatines, les guimauves, les pralines, les nougats, les dragées...

6.2. Valeur nutritionnelle

Les nutriments les plus représentés sont les glucides même si certaines confiseries contiennent des lipides, telles que les spécialités au chocolat.

Remarque : les produits sans sucre portent cette appellation car, dans la recette, on a remplacé le sucre par des polyols (ex : le xylitol, le mannitol, le sorbitol) qui présentent la particularité d'être mal absorbés par l'intestin grêle, entraînant une diminution de leur pouvoir calorique. Cependant, cette malabsorption peut être responsable de troubles intestinaux tels que diarrhées ou ballonnements lorsqu'on en consomme en excès.

10

Les corps gras alimentaires

1. Introduction

1.1. Généralités

Les corps gras alimentaires sont, comme leur nom l'indique, des aliments au pourcentage lipidique très élevé et insolubles dans l'eau. Ils représentent ainsi les **lipides « visibles »** de l'alimentation car ils y sont ajoutés intentionnellement. Ils sont donc opposés aux **lipides de constitution** des aliments qui font partie intégrante du produit.

Leur extraction peut se faire à partir des matières premières suivantes :

- *tissus adipeux animaux* :
  - suif (graisse de ruminants),
  - graisses d'oie, de canard,
  - saindoux (graisse de porc fondue),
  - huiles des animaux marins (*exemple* : huile de foie de morue) ;
- *graines oléagineuses* : huile d'arachide, de tournesol, de colza, de soja, de pépins de raisin, de noix, de noisette, de carthame, de palmiste (extraite de l'amande du noyau du palmier à huile) ;
- *germes de graines* de céréales : huile de maïs, de germe de blé ;
- *pulpe de fruits oléagineux* : huiles de palme (extraite de la pulpe du fruit du palmier à huile), huile de coprah (extraite de la pulpe de noix de coco cueillie à maturité), huile d'olive ;
- *lait* : crème et beurre.

Les corps gras peuvent être utilisés :
- *à l'état cru* pour augmenter l'appétence des aliments car ils augmentent la surface de contact avec les papilles gustatives et donc favorisent la **palatabilité**. C'est le cas des corps gras tartinables et des huiles fluides pour assaisonnement ;
- *comme agents de texture* dans la préparation des pâtes (brisées, feuilletées, sablées...) ou dans les préparations culinaires ;
- *comme fluides caloporteurs* car ils sont vecteurs de chaleur lors de la cuisson des aliments.

1.2. Classification des corps gras

1.2.1. Classification selon leur origine

Tableau 91 ■ Classification des corps gras selon leur origine.

Origine	Corps gras
Animale	Beurre Crème Graisse de bœuf (suif), d'oie, de canard, saindoux Shortening (graisses raffinées et hydrogénées) à base de graisses animales adaptées aux fritures profondes Huiles des animaux marins
Végétale	Huiles pour assaisonnement Huiles pour friture et assaisonnement Margarines végétales Végétaline (huile de coprah hydrogénée)
Mixte	Margarines standards à base d'huiles végétales et de graisses de poisson Margarines et shortening pour pâtisseries

1.2.2. Classification selon leur consistance à température ambiante

Les propriétés physiques des corps gras dépendent directement de leur composition chimique en acides gras qui influence donc leur consistance.

Ainsi, on appelle **point de fusion**, la température à partir de laquelle un corps gras se liquéfie (tableau 92). Par conséquent :
- *plus le nombre de doubles liaisons est important, plus le corps gras est liquide ou fluide à température ambiante* ;
- *plus les acides gras saturés sont en quantité importante, plus le corps gras est solide ou concret à température ambiante.*

Tableau 92 ■ Classification des corps gras selon leur consistance à température ambiante.

Appellation	
Corps gras fluides	Huiles : d'Arachide de Colza de Soja de Carthame de Coton de Germe de maïs de Pépins de raisin de Noix de Noisette d'Amande douce
Corps gras concrets	Huiles : de Palme de Palmiste de Coprah
	Margarines végétales (type fruit d'or®) Végétaline Beurre Saindoux Graisse de bœuf, d'oie, de canard, de volaille Shortening Margarines courantes

2. *Étude des différentes matières grasses laitières et végétales*

2.1. La crème

2.1.1. Définition

La crème est le produit de l'écrémage centrifuge du lait. C'est donc une émulsion de matières grasses dans de l'eau c'est-à-dire que les particules de matières grasses sont dispersées en gouttelettes dans la phase aqueuse.

Le terme crème est aussi réservé aux produits obtenus à partir de lait contenant au moins 30 % de matières grasses.

2.1.2. *Les étapes de fabrication*

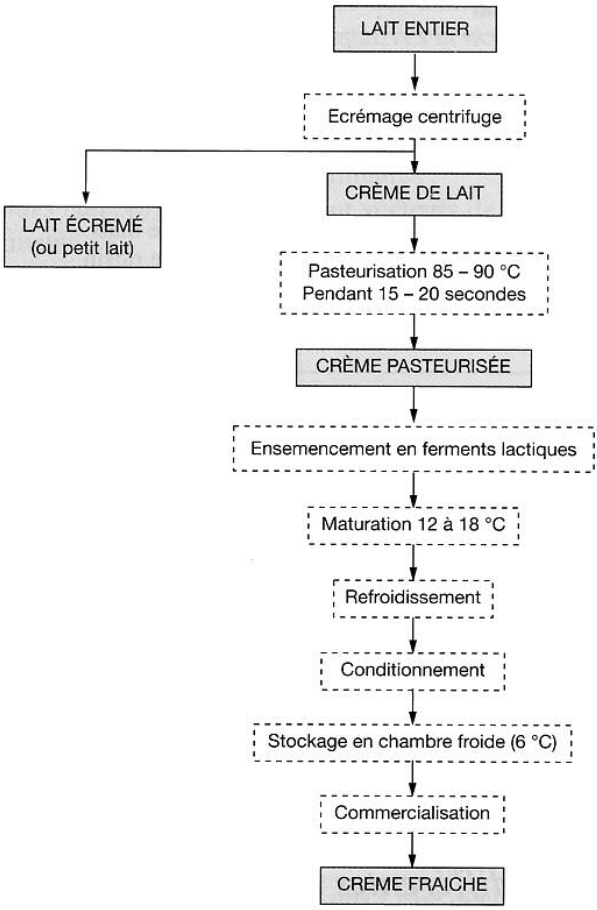


Figure 36 ■ Fabrication de la crème fraîche.

2.1.2.1. *L'écrémage centrifuge*

Le lait est écrémé grâce à une écrémeuse centrifuge qui permet sa rotation très rapide à l'intérieur d'une cuve et engendre la formation de deux phases :

- *une phase lourde* due à une concentration des lipides plus denses qui se rassemblent au centre et forment la **crème** ;
- *une phase légère* constituée des autres éléments qui gagnent les parois de la cuve et constituent le **lait écrémé** ou le **« petit lait »** (riche en protéines et sels minéraux) qui est réservé à d'autres usages alimentaires ou à l'alimentation des animaux.

La crème ainsi obtenue est liquide et douce puisque sa teneur en acide lactique est encore faible mais selon qu'on la prélève plus ou moins au centre de l'axe de rotation, elle sera plus ou moins riche en matières grasses.

2.1.2.2. La pasteurisation

Mise à part pour les crèmes crues, la pasteurisation consiste en un traitement thermique à haute température qui se fait entre 85 et 90 °C pendant 15 à 20 secondes tout en préservant les qualités organoleptiques de la crème.

Elle provoque ainsi :

- une *destruction des germes pathogènes* et de *la plupart des germes saprophytes* ;
- une *destruction des lipases* facteurs de rancissement ;
- la *formation de composés sulfurés réducteurs* qui s'opposent à l'oxydation des lipides ;
- la *maîtrise ultérieure de la maturation lactique* de la crème.

2.1.2.3. L'ensemencement en ferments lactiques et maturation

Cette étape se réalise entre 12 et 18 °C.

Les ferments lactiques permettent de faire maturer la crème qui s'acidifie, s'épaissie, devient apte à un éventuel foisonnement et développe de nouveaux arômes (formation notamment de diacétyle).

2.1.2.4. Autres étapes

- Refroidissement et conditionnement.
- Stockage en chambre froide entre 0 °C et + 6 °C.
- Commercialisation.

2.1.3. Les dénominations

2.1.3.1. La crème crue

C'est la crème obtenue juste après l'écrémage qui n'a subit aucun traitement thermique particulier (mis à part le refroidissement). Sa consistance est liquide (pendant les premiers jours) et sa saveur est douce.

La mention « crue » est obligatoire sur l'étiquetage et sa teneur en matières grasses est généralement supérieure à celle des autres crèmes.

2.1.3.2. La crème fraîche pasteurisée liquide

Elle n'a pas subi d'ensemencement ni de maturation et elle conserve par conséquent sa texture fluide et douce mais elle est assez fragile. Elle est rarement commercialisée sauf pour les restaurateurs sous l'appellation **« crème fleurette »** même si cette appellation est générique et non légale. Elle est très appréciée pour son aptitude au foisonnement c'est-à-dire à être battue pour intégrer l'air ce qui la rend légère et volumineuse jusqu'au stade de la chantilly.

Elle se différencie des crèmes liquides habituelles par le fait qu'elle est seulement pasteurisée et non pas stérilisée. Étant plus fragile, elle est de moins en moins utilisée.

2.1.3.3. La crème fraîche pasteurisée épaisse (ou maturée)

À la suite de la pasteurisation, si l'on souhaite une crème épaisse, on procède à la maturation. Comme nous l'avons vu précédemment, ce procédé consiste à refroidir la crème pour « cristalliser » une partie de la matière grasse (*maturation physique*) puis à l'ensemencer avec des ferments lactiques prélevés sur des crèmes particulièrement aromatiques (*maturation biologique*) et possédant un taux d'acidité élevé.

Ainsi, de douce à liquide, la crème devient *épaisse*, *acide* et son *goût s'affirme*.

Remarque : le terme « épaisse » ne signifie donc absolument pas un taux de matières grasses supérieur puisqu'une crème épaisse peut être légère.

2.1.3.4. La crème stérilisée (liquide)

Une fois conditionnée, la crème crue est stérilisée à 115 °C pendant 15 à 20 minutes puis refroidie. Comme la stérilisation ne permet pas l'ensemencement, elle reste liquide. Cependant, ce procédé développe un goût de « cuit » ou de caramel dans le lait ce qui explique la préférence actuelle pour la crème UHT.

2.1.3.5. La crème UHT (liquide)

La crème crue est stérilisée à 150 °C pendant 2 secondes puis est refroidie rapidement. Les qualités organoleptiques, nutritionnelles et fonctionnelles sont ainsi conservées. Le conditionnement se fait de manière aseptique.

2.1.3.6. La crème chantilly

C'est une crème fouettée qui contient au minimum 30 % de matières grasses.

2.1.3.7. La crème légère

La force de l'écrémage détermine le taux de matières grasses. C'est pourquoi, on règle l'écrémeuse selon le pourcentage de matières grasses désiré. Ainsi, la crème légère contient au minimum 12 % de matières grasses mais moins de 30 % et ce taux doit être précisé sur l'emballage.

La crème légère peut être épaisse ou liquide mais elle doit être obligatoirement pasteurisée ou stérilisée.

Elles sont de plus à distinguer des « préparations laitières à base de crème fraîche légère à teneur en lipides réduite » dont la stabilité est assurée par certains additifs comme l'amidon modifié.

2.1.3.8. La crème double

On croit souvent que le terme « double » s'applique à une crème particulièrement riche en matières grasses, alors qu'il ne s'agit que d'un synonyme d'« épaisse ». C'est donc tout simplement une crème maturée donc épaissie. C'est pourquoi, il ne faut pas la confondre avec certaines crèmes très riches en matières grasses, destinées à la cuisine et à la pâtisserie dont le taux de matières grasses avoisine les 40 %.

2.1.3.9. La crème fouettée ou à fouetter

Ce produit se compose de crème ou de crème légère, dans la proportion de 75 % au minimum. L'addition de certains produits est autorisée tels que le saccharose, des ferments lactiques, des matières aromatisantes naturelles, des protéines de lait. Le taux de foisonnement (rapport entre le volume de la crème fouettée prête à la vente et le volume initial), varie entre 2 et 3.

La dénomination **« crème chantilly »** s'applique à une crème fouettée contenant au minimum 30 % de matières grasses.

2.1.3.10. La crème sous pression

Elle est toujours pasteurisée ou stérilisée et son taux de foisonnement ainsi que sa composition sont similaires à celle de la crème à fouetter, à l'exception des stabilisateurs dont l'addition est limitée à 0,1 %. Son conditionnement se fait sous pression grâce à l'injection d'un gaz neutre dont l'échappement provoque son foisonnement.

2.1.3.11. La crème d'Isigny

C'est la seule crème à bénéficier aujourd'hui d'une AOC. C'est une crème fraîche épaisse pasteurisée caractérisée par une très grande finesse.

Elle est produite sur le territoire d'Isigny (Manche) et est soumise à des critères très stricts de fabrication. Elle doit contenir au minimum 35 % de matières grasses et en pratique elle affiche presque toujours 40 %.

2.1.3.12. La crème aigre ou crème acide

Elle est obtenue par fermentation bactérienne et est très utilisée en Europe de l'est, en Europe Centrale et en Russie (« *smitane* ») ainsi qu'en pays anglo-saxons qui l'utilise très souvent (« *sour cream* »). Elle accompagne les poissons (le hareng), le bortsch (potage russe à base de chou et de betterave), le chou farci, la choucroute, le goulasch. En France, elle est peu courante et se conserve mal. On s'en rapproche par addition de jus de citron à une crème pour accompagner par exemple les blinis.

2.1.4. *La conservation de la crème*

Tableau 93 ■ La conservation des différents types de crème.

Type de crème	DLC (après la date de conditionnement)	Stockage (avant ouverture)	Conservation (après ouverture)
Crème crue	7 jours	4-6 °C	4-6 °C Consommation dans les 48 h
Crème fraîche liquide (ou fleurette)	15 jours		
Crème fraîche épaisse	30 jours		
Crème stérilisée	3 mois	Endroit frais (≤ 18 °C)	
Crème stérilisée UHT	8 mois		

2.1.5. *Valeur nutritionnelle de la crème fraîche*

Tableau 94 ■ Valeur nutritionnelle moyenne de la crème fraîche épaisse.

Composants	Moyenne pour 100 g à 30 % de MG minimum	Pour une cuillère à soupe (30 g)
Protéines (g)	2	Négligeable
Lipides (g)	33,5	10
Glucides (g)	3	Négligeable
Eau (g)	62	Négligeable
Kilocalories	325	100
Kilojoules	1 360	400
Cholestérol (mg)	110	Négligeable
Calcium (mg)	50	Négligeable
Phosphore (mg)	60	Négligeable
Sodium (mg)	30	Négligeable
Magnésium (mg)	4	Négligeable
Vitamine A (µg)	250	Négligeable
Provitamine A (µg)	200	Négligeable
Vitamine E (mg)	0,8	Négligeable

2.1.5.1. *Les protéines*

Ce sont des protéines lactiques de très bonne qualité.
Elles représentent environ les 2/3 de la teneur protéique trouvée dans le lait.

Tableau 95 ■ Composition comparée des différentes crèmes fraîches.

Composants	**Crème à 30 % MG min**	**Pour 1 cuillère à soupe**	**Crème à 15 % MG**	**Pour 1 cuillère à soupe**	**Crème à 45 % MG min**	**Pour 1 cuillère à soupe**
Protéines (g)	2	–	4	–	1,5	–
Lipides (g)	33,5	10	15	5	48	14
Glucides (g)	3	–	3,3	–	2	–
Kilocalories	325	100	165	50	45	140
Kilojoules	1 360,0	400	690,0	200	1 875,0	600

2.1.5.2. Les lipides

La répartition des acides gras est la suivante :

- acides gras saturés = 65 % ;
- acides gras monoinsaturés = 30 % ;
- acides gras polyinsaturés = 5 %.

} des acides gras totaux

La crème fraîche renferme des acides gras à chaîne courte (inférieure à 10 carbones comme l'acide butyrique) qui sont très digestes. Ils ont aussi la propriété d'être **cholagogues** car ils favorisent le fonctionnement de la vésicule biliaire en stimulant l'évacuation de la bile.

L'apport en cholestérol moyen est de 110 mg/100 g avec des valeurs extrêmes de 53 à 70 mg/100 g pour la crème légère et de 140 mg/100 g pour une crème très riche en matières grasses.

2.1.5.3. Les glucides

Ils sont essentiellement représentés par le lactose mais cette teneur reste négligeable.

2.1.5.4. Les vitamines

Les *vitamines liposolubles* sont en quantité assez faible d'autant plus qu'elles disparaissent complètement dans la crème légère.

Leur taux est cependant plus élevé en été qu'en hiver à cause des compositions des fourrages et herbages dont se nourrissent les vaches.

Les *vitamines B* du lait sont aussi présentes en petite quantité dans la phase aqueuse de la crème fraîche.

2.1.5.5. Les minéraux

Ils restent en quantité négligeable vu les quantités consommées.

2.1.5.6. Valeur énergétique

La crème est le corps gras le moins énergétique.

2.2. Le beurre

2.2.1. Définition

Le beurre est un produit laitier de type émulsion d'eau dans de la matière grasse d'origine exclusivement laitière obtenu après barattage et maturation de la crème du lait. Il doit contenir au moins 82 % de matière grasse d'origine butyrique, au maximum 16 % d'eau et pas plus de 2 % de matière sèche non grasse.

Remarque : le terme beurre peut aussi être utilisé pour certains produits tels que le beurre d'anchois, de cacahuète... Dans ce cas, les produits doivent contenir au moins 10 % de matière grasse d'origine laitière.

2.2.2. Les différentes étapes de fabrication

Pour faire 1 kg de beurre, il faut environ 22 litres de lait entier soit 5,5 litres pour une plaquette de 250 g (figure 37).

2.2.2.1. Méthode traditionnelle

- *Écrémage du lait* : il permet d'obtenir la **crème**, matière première du beurre.
- *Pasteurisation* éventuelle de la crème.
- *Refroidissement* rapide de la crème : il se fait entre 10 et 15 °C et permet la régulation de l'activité de la flore microbienne, la cristallisation de la matière grasse qui avait fondu par le chauffage et d'éviter l'apparition d'un goût de « cuit ».
- *Ensemencement* par des ferments lactiques : la crème pasteurisée est ensemencée avec 3 à 5 % d'un levain de bactéries lactiques sélectionnées provenant de crème ou de beurre au goût particulièrement fin.
  Les ferments lactiques utilisés sont :
  - des streptocoques lactiques producteurs d'arômes (*exemple* : *Streptococcus diacetylis*) ;
  - des streptocoques lactiques acidifiants (*exemple* : *Streptococcus cremonis*) ;
  - des streptocoques lactiques hétérofermentaires qui sont aussi producteurs d'arômes (*exemples* : *Betacoccus citrovirus, Betacoccus paracitrovirus*).
- *Maturation de la crème* : la crème est mise à maturer pendant 6 à 15 heures en pH acide, en présence d'oxygène et à une température comprise entre 14 et 16 °C. Il y a alors formation d'acide lactique et de diacétyle (par oxydation de l'acide citrique du lait) qui donnent un goût de « noisette ».

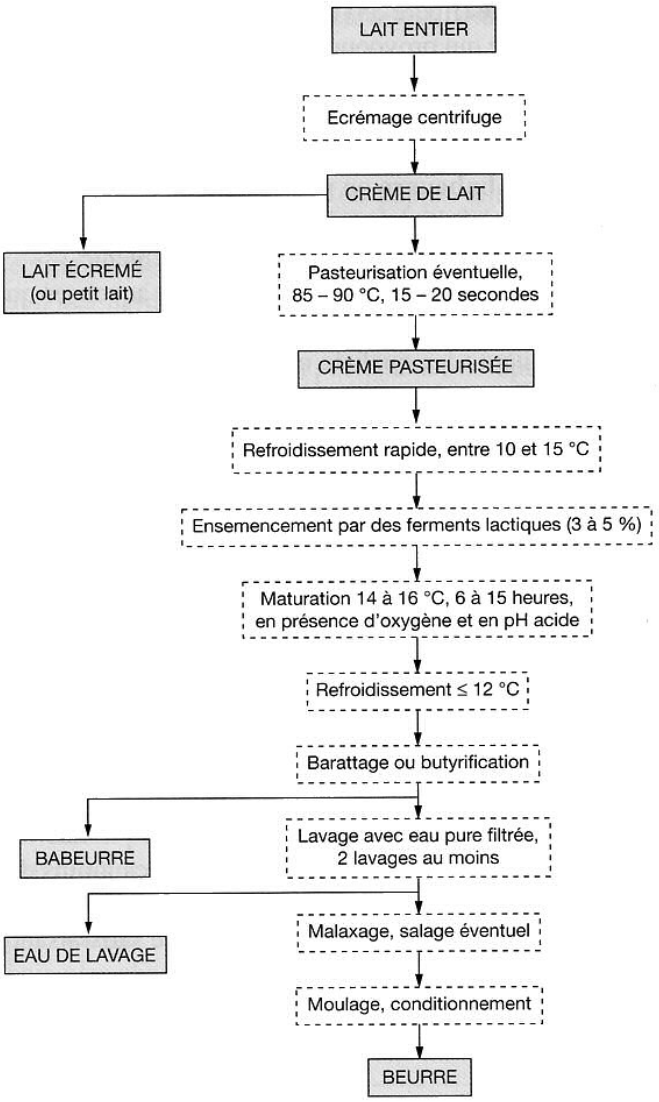


Figure 37 ■ Fabrication du beurre.

Le but de la maturation est d'épaissir le crème, de faciliter le barattage et d'assurer le plus grand développement possible de l'arôme.

- *Refroidissement* : il se fait à une température inférieure ou égale à 12 °C et perfectionne la cristallisation des lipides.
- *Barattage ou butyrification* : il permet la transformation de la crème en beurre. La crème est placée dans une baratte mobile en acier inoxydable à surface intérieure rugueuse ce qui permet la formation du « **grain du**

beurre ». Le barattage (figure 38) correspond donc à une agitation énergique et répétitive du beurre qui provoque une **inversion des phases** de l'émulsion. Ainsi, il se produit une incorporation de gaz qui, sous l'influence du mouvement, crée une compression des globules gras. La membrane de ces globules éclate alors et libère la matière grasse qui se soude et forme les grains du beurre en libérant le **babeurre** ou **petit lait**. Ce dernier est un liquide constitué par le reste du lait initial dont la caséine, le lactose, l'eau, les sels minéraux... Il a donc la composition du lait écrémé fermenté.
Les grains du beurre sont entourés de gouttelettes aqueuses qui contiennent le non-gras du beurre. Leur diamètre doit être contrôlé et ne doit être ni trop petit ce qui diminuerait les qualités organoleptiques du beurre ni trop gros ce qui favoriserait le rancissement.
Remarque : aujourd'hui, on utilise des barattes en continue c'est-à-dire qui forment des grains de beurre en moins d'une seconde et qui permettent une évacuation immédiate du babeurre.

- *Lavage des grains* : le lavage est réalisé avec de l'eau pure filtrée pour éviter la contamination du beurre.
  Il permet aussi d'éliminer la totalité du babeurre pouvant encore être retenu par les grains du beurre qui rendrait celui-ci impropre au stockage et diminuerait ses qualités organoleptiques en maintenant le goût acide de la crème.
  Au moins 2 lavages sont réalisés.
- *Élimination de l'eau de lavage* : elle permet l'obtention du beurre proprement dit.
- *Malaxage* : le malaxage perfectionne la soudure des grains de beurre entre eux et répartit uniformément dans la masse du beurre l'eau restante (pas plus de 16 %) afin que le produit atteigne une humidité satisfaisante.
- *Salage* : il se pratique à ce moment si l'on veut obtenir du beurre salé ou 1/2 sel.

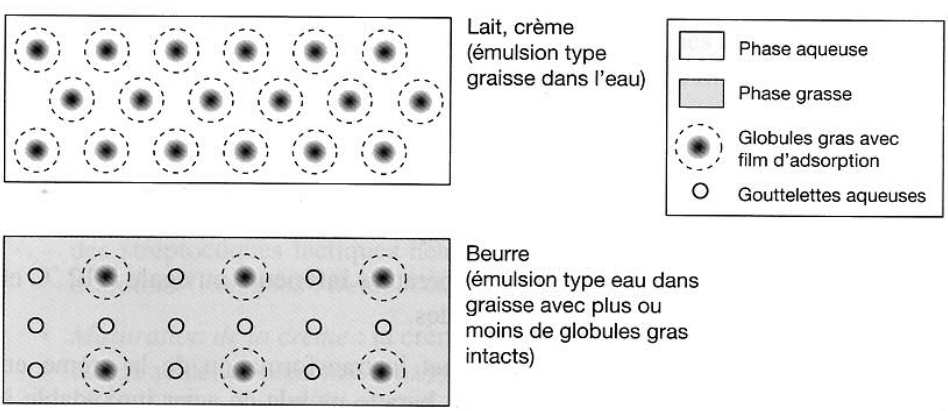


Figure 38 ■ Inversion des phases au cours de la butyrification (selon Alais).

- *Moulage et conditionnement* : le beurre est conditionné sous la forme de **pains de formats variés** :

– les micropains (8, 10, 12 g...) ;
– les plaquettes et les rouleaux de 125, 250 ou 500 g ;
– les mottes de 2, 5, 10, 20 kg.

Le beurre est ensuite emballé dans du papier sulfurisé, du papier d'aluminium, du carton paraffiné ou des barquettes plastiques. L'emballage assure une protection vis-à-vis de la lumière et de l'air en évitant le rancissement et l'oxydation des lipides du beurre, ce qui provoquerait la formation en surface d'une couche jaune foncée.

L'étiquetage doit obligatoirement porter une estampille et sa température de commercialisation doit être de 6 °C.

Remarque : certains beurres bénéficient aussi d'une AOC : *Charente Poitou, Isigny, Noirmoutier*. Ils obéissent donc à des critères rigoureux de terroir et de tradition de fabrication.

Pour chacun, leur goût est fin et typique.

2.2.2.2. La méthode de la « crème douce »

Après un repos de 5 heures à 6 °C, la crème non fermentée, c'est-à-dire non maturée, est barattée et l'ensemencement microbien a lieu pendant le malaxage. On obtient alors des beurres de qualité plus régulière et qui se prêtent mieux à la conservation entre – 10 °C et – 40 °C pendant une longue période par rapport aux beurres réalisés avec des crèmes maturées. De plus, le matériel utilisé est plus limité et la fabrication plus rapide d'où l'expansion de cette méthode en Europe (90 % du beurre produit actuellement).

Remarque : en dépit de progrès technologiques, les principes de fabrication du beurre n'ont pas changé. Le processus naturel a été maintenu comme au temps de la baratte en bois : les changements n'ont porté que sur les conditions d'hygiène, la rapidité et la fiabilité de la production.

2.2.3. Les dénominations

2.2.3.1. Dénominations fondées sur le traitement de la crème

▶ LE BEURRE FERMIER

Jusqu'à la fin du XIX^{e} siècle, tous les beurres étaient fabriqués à la ferme et chacun possédait sa méthode. L'invention de l'écrémeuse centrifugeuse accélérant le processus naturel de séparation de la crème a pratiquement mis fin à cet usage.

▶ LES BEURRES LAITIERS

Les beurres laitiers sont des beurres fabriqués à la laiterie qui a obtenu l'agrément des services vétérinaires et du ministère de l'agriculture. Leur production est donc soumise à un contrôle permanent.

▶ LE BEURRE CRU OU DE CRÈME CRUE

Le lait utilisé n'a subi aucun traitement thermique hormis la réfrigération après la traite. La crème barattée est non pasteurisée et reste sous forme crue.

Ce type de beurre est aussi de plus en plus rare de par ses critères microbiologiques moins rigoureux en ce qui concerne les germes non pathogènes.

▶ LES BEURRES PASTEURISÉS

La crème utilisée pour sa fabrication a été pasteurisée ce qui assure des garanties microbiologiques. Différentes dénominations existent :

- ***Le beurre extra fin***

Il doit être fabriqué 72 heures au plus tard après la collecte du lait ou de la crème. La pasteurisation puis le barattage doivent avoir lieu au plus tard 48 heures après l'écrémage. Le lait ou la crème utilisés ne doivent pas avoir subi de désacidification, de congélation ou de surgélation. Ce beurre possède donc les meilleures qualités organoleptiques.

- ***Le beurre fin***

La réglementation permet l'utilisation de 30 % au maximum de crème conservée par congélation ou surgélation ainsi que le foisonnement (augmentation de volume).

2.2.3.2. Autres dénominations

▶ LE BEURRE SALÉ

Sa teneur en sel est supérieure à 3 % avec addition de silicate de magnésium, agent anti-agglomérant.

▶ LE BEURRE 1/2 SEL

Sa teneur en sel est comprise entre 0,5 et 3 %.

▶ LES BEURRES AROMATISÉS

Ils ont subi l'addition de divers produits tels que épices, herbes aromatiques, fromage, ail, miel, fruit, cacao…

▶ LES BEURRES CONCENTRÉS

- ***Le beurre concentré destiné à la consommation directe***

C'est un beurre pasteurisé déshydraté qui contient au moins 96 % de matières grasses d'origine laitière.

Il est commercialisé sous le nom « **beurre de cuisine** » ou « **beurre cuisinier** » et est plus stable au cours du stockage car quasiment toute l'eau et la matière non grasse ont été éliminées.

- ***Le beurre concentré destiné à l'industrie***

C'est aussi un beurre déshydraté pasteurisé mais qui contient au moins 99,8 % de matières grasses d'origine laitière.

Il ne doit pas contenir d'additifs neutralisants tels que les anti-oxydants ou de conservateurs. Il est commercialisé sous le nom de **« beurre pâtissier »**.

C'est pourquoi, il est utilisé pour la fabrication des biscuits et des pâtisseries industrielles.

▶ LE BEURRE ALLÉGÉ

C'est un produit émulsionné dont la teneur en matières grasses est comprise entre **41 et 65 %**. Sa cuisson est rendue possible.

▶ LE DEMI-BEURRE

Ce terme est utilisé pour le beurre allégé dont la teneur en matières grasses est de **41 %**.

▶ LES SPÉCIALITÉS LAITIÈRES À TARTINER

Ce sont aussi des corps gras émulsionnés dont les constituants sont exclusivement d'origine laitière et dont la teneur en lipides est comprise entre **20 et 40 %**. Cependant, leur cuisson est impossible.

▶ LES PÂTES À TARTINER À TENEURS EN LIPIDES RÉDUITES

Ces produits peuvent associer matières grasses laitières et matières grasses végétales (huiles de soja, tournesol) ou être uniquement à base de matières grasses végétales (riches en acides gras polyinsaturés). Ils contiennent ainsi de **20 à 40 %** de matières grasses. On y ajoute des additifs divers (gélatine, extraits d'algues, chlorure de sodium, caséinate de lait, vitamine A ou D...).

2.2.4. La flaveur du beurre

Elle dépend :

- *du lait d'origine* ;
- *de l'alimentation des vaches* ;
- *des produits formés lors de la maturation de la crème* c'est-à-dire lors de la fermentation lactique qui sont les suivants :
  - le **diacétyle** : c'est le principal composant de l'arôme. Il est présent à des doses comprises entre 0,5 et 5 ppm (partie par million = 1 mg/kg). Ainsi, les beurres ayant peu de goût contiendront une dose de diacétyle d'environ 1 ppm. À l'opposé, des beurres à goût de « noisette » plus prononcé contiendront 2 à 3 ppm de diacétyle ;
  - l'acide lactique ;
  - l'acide acétique ;
  - l'acétaldéhyde ;

- des alcools ;
- des cétones ;
- des esters ;
- des composés soufrés.

2.2.5. *La consistance du beurre*

2.2.5.1. *Variation de la consistance en fonction de la composition de la matière grasse*

On distingue :
- *les beurres « secs »* qui ne collent pas aux doigts lorsqu'on les travaille ;
- *les beurres « gras »* qui graissent plus les doigts.

En effet, la composition en matières grasses varie elle-même selon différents facteurs :
- l'alimentation de la vache et la saison : les beurres d'été, contiennent une plus grande proportion d'acides gras insaturés car les vaches sont nourries de fourrages verts. Ils ont donc tendance à être moins durs et à paraître plus gras. À l'opposé, c'est-à-dire en hiver, les vaches sont généralement alimentées de fourrages secs et les beurres d'hiver contiendront alors plus d'acides gras saturés. Ces beurres auront donc tendance à être plus durs et d'apparence plus sèche ;
- le stade de lactation (correspondant à l'évolution des besoins du veau pour lequel le lait est destiné).

2.2.5.2. *Autres facteurs de variation*

La consistance du beurre peut aussi varier selon les régions, les conditions d'élevage et les rigueurs climatiques.

Les beurres normands sont ainsi plus gras et moins fermes que les beurres de l'Est.

2.2.6. *La couleur du beurre*

La couleur jaune dorée est donnée au beurre par le **carotène** et la **chlorophylle** contenus dans l'herbe. Les beurres d'été sont donc plus colorés que les beurres d'hiver. Ces variations de couleur ont cependant tendance à disparaître car l'alimentation des bovins en fourrage vert ou en maïs provenant d'ensilage se généralise.

2.2.7. *La conservation du beurre*

Selon les types de beurre, la durée de conservation est variable :
- *10 jours* environ pour le beurre de crème crue ;

– *6 semaines* pour le beurre extrafin et fin ;
– *2 mois* pour le beurre congelé car le froid n'arrête pas le rancissement oxydatif.

La température maximale de conservation doit être de 6 °C (– 18 °C pour le beurre congelé) et il ne doit pas être entreposé avec des aliments ayant une odeur prononcée (fromages, charcuteries, fruits...) car il s'imprègne facilement des autres odeurs.

2.2.8. Les altérations du beurre

2.2.8.1. Le rancissement

Il est dû à des lipases présentes dans la crème qui sont utilisées par des germes de pollution lipolytiques qui libèrent alors des **acides gras volatils** (*exemples* : acide butyrique, caproïque...) responsables d'une odeur de rance, d'une couleur prononcée, de légères marbrures superficielles ou intérieures et d'une saveur légèrement piquante.

Un malaxage défectueux favorise la multiplication de ces germes. C'est pourquoi, ce type d'altération peut se retrouver dans certains beurres fermiers mais est peu fréquent avec les beurres pasteurisés.

2.2.8.2. Le goût de « fromage »

Il provient de la dégradation des protéines de la phase aqueuse par des germes de pollution protéolytique.

C'est un indice d'une absence de soins lors de la fabrication.

2.2.8.3. Le goût de « poisson »

Il est provoqué par l'oxydation de la matière grasse mais cette altération est de moins en moins fréquente et n'apparaît que lorsque le beurre est stocké trop longtemps en chambre froide.

2.2.8.4. L'altération générale du goût

Elle est due à l'alimentation des animaux.

2.2.9. Valeur nutritionnelle du beurre

Eau : 16 %

Lipides : 82 % avec : acides gras saturés = 67,5 %
acides gras monoinsaturés = 30 %
acides gras polyinsaturés = 2,5 %
} des acides gras totaux
cholestérol = 250 mg/100 g

Valeur énergétique = **3 100 kJ/100 g** (745 kcal/100 g)

Vitamine A (rétinol) = 700 µg
Vitamine E = 2 mg/100 g
Vitamine D = 1,3 µg/100 g
Sodium : beurre doux : 12 mg/100 g
beurre 1/2 sel (3 %) = 870 mg/100 g
Calcium : 15 mg/100 g

Le beurre est dépourvu de protéines et de glucides.

2.3. Les huiles alimentaires végétales

2.3.1. Classification des huiles

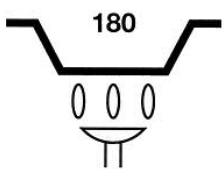
2.3.1.1. En fonction de leur utilisation

L'**AFEI** (Association française pour l'étiquetage informatif) a réalisé des symboles qui indiquent les usages des huiles (figure 39). Il existe ainsi deux catégories d'huile :

- **« huile végétale pour friture et assaisonnement »** si la teneur en acide linolénique est inférieure ou égale à 2 % et si cette huile n'est pas à déconseiller dans certaines conditions de chauffage. *Exemples* : huiles d'arachide, de coprah, d'olive, de palme, de palmiste ;
- **« huile végétale pour assaisonnement »** si la teneur en acide linolénique est supérieure à 2 %. *Exemples* : Huiles de colza, de germe de maïs, de soja, de tournesol…

Remarque : les huiles de coprah, de palmier et de palmiste ne peuvent être utilisées en assaisonnement car elles sont concrètes à température ambiante.

Huile à utiliser à froid pour assaisonnement
(ex. huile de soja)



Huile pouvant être utilisée
pour la friture sans dépasser 180 °C

Figure 39 ■ Symboles pour l'utilisation des huiles alimentaires (selon l'AFEI).

2.3.1.2. Classification en fonction de l'étiquetage

Tableau 96 ■ Classification des huiles selon la législation (Réglementation, décret du 12 février 1973 modifié).

Dénominations	Définitions	Compléments de l'étiquetage	Exemples
« Huile vierge de… »	Huile alimentaire provenant d'une seule graine ou d'un seul fruit Huile pure extraite et clarifiée par des moyens mécaniques Huile ni raffinée, ni blanchie ou neutralisée par des moyens chimiques	Huile vierge de … (qualificatif de la graine ou du fruit)	Huile d'olive, de noix…
« Huile de… »	Huile alimentaire raffinée provenant d'une seule graine ou d'un seul fruit	Les huiles de colza dont la teneur en acide érucique est ≤ 5 % sont dénommées « nouvelles huiles de colza »	Huiles de tournesol, arachide, colza…
« Huile végétale… »	Mélange d'huiles végétales alimentaires	Indication obligatoire de la composition du mélange. L'ordre de grandeur des constituants est indiqué sous forme graphique.	Équilibre®, Isio4®

2.3.2. Obtention des huiles alimentaire végétales

2.3.2.1. Obtention des huiles alimentaires raffinées (figure 40)

▶ LE NETTOYAGE

Les graines ou les fruits stockés dans les silos renferment encore des corps étrangers (pierres, terre…). Ils sont donc nettoyées grâce à des tamis et de puissants aspirateurs.

▶ LE DÉCORTICAGE DES GRAINES

Il permet une séparation de la coque avec l'amande.

▶ LE BROYAGE ET LE LAMINAGE

Les graines ou les fruits sont réduits sur des **broyeurs lamineurs**.

▶ LA CUISSON

Elle se fait à une température d'environ 100 °C. La chaleur fragilise les cellules végétales et les dilate afin de faciliter la sortie ultérieure d'huile de la pâte. Elle permet aussi de détruire certaines substances thermolabiles qui nuisent à la qualité de l'huile.

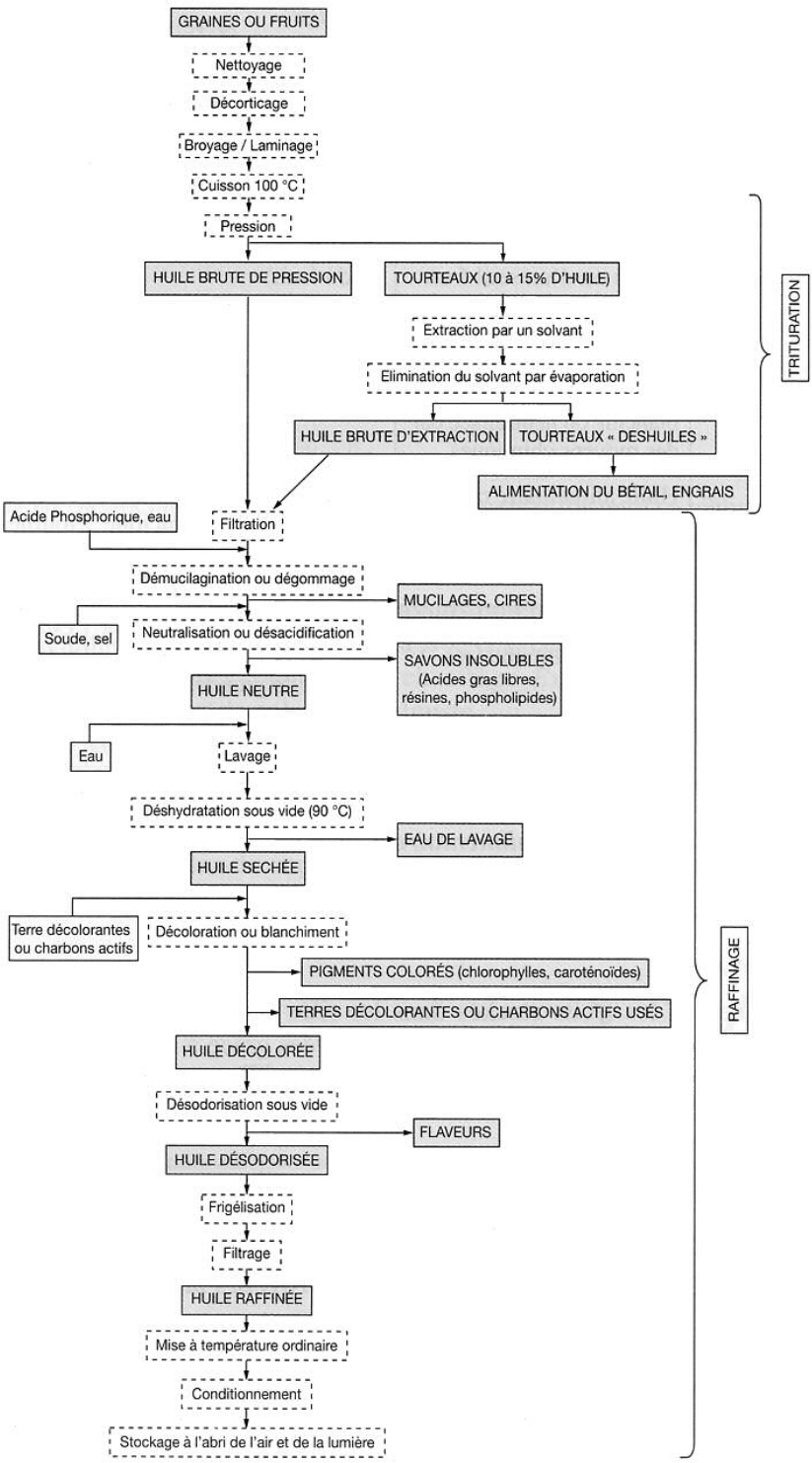


Figure 40 ■ Schéma d'obtention des huiles alimentaires raffinées.

▶ LA TRITURATION

- ***La pression***

Les graines sont pressées de façon progressive pour obtenir une huile encore chargée de particules solides. Celles-ci seront donc éliminées par passage dans des centrifugeuses ou des filtres presses. On obtient ainsi une **huile brute de pression**.

- ***L'extraction par un solvant***

Les particules solides restantes après pression s'appellent des « **tourteaux** ». Ils contiennent encore 10 à 15 % d'huile qui sera extraite à l'aide d'un solvant tel que l'hexane. Après élimination du solvant par évaporation on obtient :

- une **huile brute d'extraction** qui sera mélangée avec l'huile brute de pression précédemment obtenue ;
- des **tourteaux « déshuilés »** ou « désolvantés » qui sont des produits riches en protéines qui serviront de matière première pour l'alimentation du bétail ou comme engrais.

▶ LE RAFFINAGE

Il a pour but de maintenir ou d'améliorer les caractères organoleptiques des huiles obtenues en les rendant parfaitement limpides, stables et inodores. Il repose sur 3 principes de base :

- *l'insolubilisation* (action de rendre insoluble) ;
- *l'adsorption* (pénétration d'un liquide dans un solide) ;
- *la distillation* (vaporisation partielle d'un liquide et condensation des vapeurs formées pour les séparer).

Le raffinage comprend ainsi différents traitements strictement réglementés :

- ***La démucilagination ou le dégommage***

Le principe utilisé est l'insolubilisation par des solutions à pH variés. Elle est effectuée par lavage de l'huile à l'aide de vapeur d'eau légèrement acidulée ou additionnée de phosphates. Elle permet alors d'éliminer les **cires** et les **mucilages** (substances gélifiantes) qui provoqueraient des dépôts dans les bouteilles lors du stockage et le moussage des bains de friture.

Il y a aussi élimination des glucides, des protéines et d'une partie de la chlorophylle et des phospholipides.

- ***La neutralisation ou la désacidification***

Le principe utilisé est encore l'insolubilisation. Elle se fait par addition de soude qui se combine avec les acides gras libres en donnant une pâte de neutralisation (savons insolubles) que l'on sépare par centrifugation. L'huile ainsi formée est appelée **huile neutre**.

Il y a donc eu élimination des acides gras libres mais aussi des résines (mélange d'acides gras et d'hydrocarbures) et des phospholipides résiduels pouvant être responsables d'un goût désagréable.

- ***Le lavage et le séchage***

L'huile neutralisée est ensuite lavée à l'eau en vue d'éliminer toute trace de savons insolubles. Ces lavages sont suivis d'une déshydratation sous vide à environ 90 °C. On obtient alors de l'**huile séchée**.

- ***La décoloration ou le blanchiment***

Le principe utilisé est celui de l'adsorption. Elle se fait grâce à des terres décolorantes ou des charbons actifs sur lesquels sont adsorbés des pigments (chlorophylles) et d'autres matières colorantes qui étaient dissoutes dans l'huile et préjudiciables à sa couleur et à sa conservation. Il y a cependant élimination des caroténoïdes.

L'huile ainsi obtenue est appelée **huile décolorée**.

- ***La désodorisation***

On utilise le principe de la distillation. Il y a élimination de toutes les substances responsables de goût ou d'odeurs désagréables tels que des acides gras libres résiduels, des produits de décomposition, des peroxydes, des pesticides... Ces substances étant volatiles, elles peuvent être éliminées en chauffant l'huile à 204-246 °C sous vide ce qui évite l'oxydation et la polymérisation de l'huile. On obtient alors une **huile désodorisée** mais cette étape élimine aussi les tocophérols à hauteur de 30 % environ.

- ***La frigélisation***

L'huile est refroidie ce qui élimine les triglycérides à point de fusion élevé (acides gras saturés, acides gras trans.). Elle est ensuite filtrée entraînant ces produits concrets et on obtient une **huile raffinée**.

Conclusion :

L'huile obtenue est débarrassée de ses impuretés et présente une saveur discrète et agréable avec la garantie d'une bonne hygiène et d'une couleur atténuée.

Le raffinage permet d'utiliser des matières premières moins contrôlées tout en augmentant le rendement de l'extraction. Cependant, il y a élimination des provitamines A, des tocophérols (30 %) et des stérols végétaux mais ils pourront, dans certains cas, être rajoutés aux huiles raffinées (tableau 97).

2.3.2.2. Obtention des huiles vierges ou naturelles : l'exemple de l'huile d'olive vierge

Les olives mûres composées à 40 % d'huile, sont pressées (figure 41) en donnant :

- *une phase liquide* (composée d'huile et d'eau du végétal) dont « **l'huile d'olive vierge** » qui sera extraite par centrifugation ;
- *une pâte* qui contient encore 6 à 15 % d'huile qui subira alors une deuxième pression à chaud pour donner une simple « **huile d'olive** » plus

Tableau 97 ■ Constituants indésirables présents dans les matières grasses « brutes ».

Nature des constituants	Origine	Inconvénients de leur présence
Acides gras libres	Constituants naturels libérés par hydrolyse	Goût – Fumée – Hydrolyse
Phospholipides	Constituants naturels	Aspect trouble Instabilité organoleptique Dépôt et brunissement à chaud
Produits d'oxydation	Auto-oxydation	Instabilité organoleptique Couleur Composés toxiques
Flaveurs	Naturelle Auto-oxydation	Odeur – Goût
Cires	Constituants naturels	Aspect trouble
Pigments	Constituants naturels	Couleur Instabilité organoleptique
Métaux	Constituants naturels Contamination	Catalyseurs d'oxydation
Contaminants (métaux lourds, pesticides, mycotoxines)	Contamination	Hygiène alimentaire – Santé

acide et donc de moindre qualité ainsi qu'un deuxième résidu appelé « **grignons** ».

Les grignons sont soumis à une extraction au solvant (généralement l'hexane) et fourniront ainsi « **l'huile de grignon** » très acide, très colorée et au goût très prononcée.

L'huile d'olive et l'huile de grignons seront ensuite toutes deux raffinées.

Afin d'obtenir la meilleure huile vierge possible, la matière première doit donc être d'une grande qualité, son stockage doit être court et elle doit être protégée de la chaleur et de la lumière.

Remarque : la dénomination « huile d'olive pure » correspond à un mélange d'huile d'olive vierge et d'huile d'olive.

L'acidité d'une huile est due au fait que lors du stockage des fruits ou des graines, des lipases hydrolysent une partie des lipides et libèrent des acides gras libres. Cette acidité sera donc un critère de la qualité de la matière première utilisée et de la qualité organoleptique de l'huile obtenue.

C'est pourquoi, il existe différentes dénominations et caractéristiques des huiles d'olive en fonction de leur acidité qui s'exprime en % d'acide oléique (tableau 98).

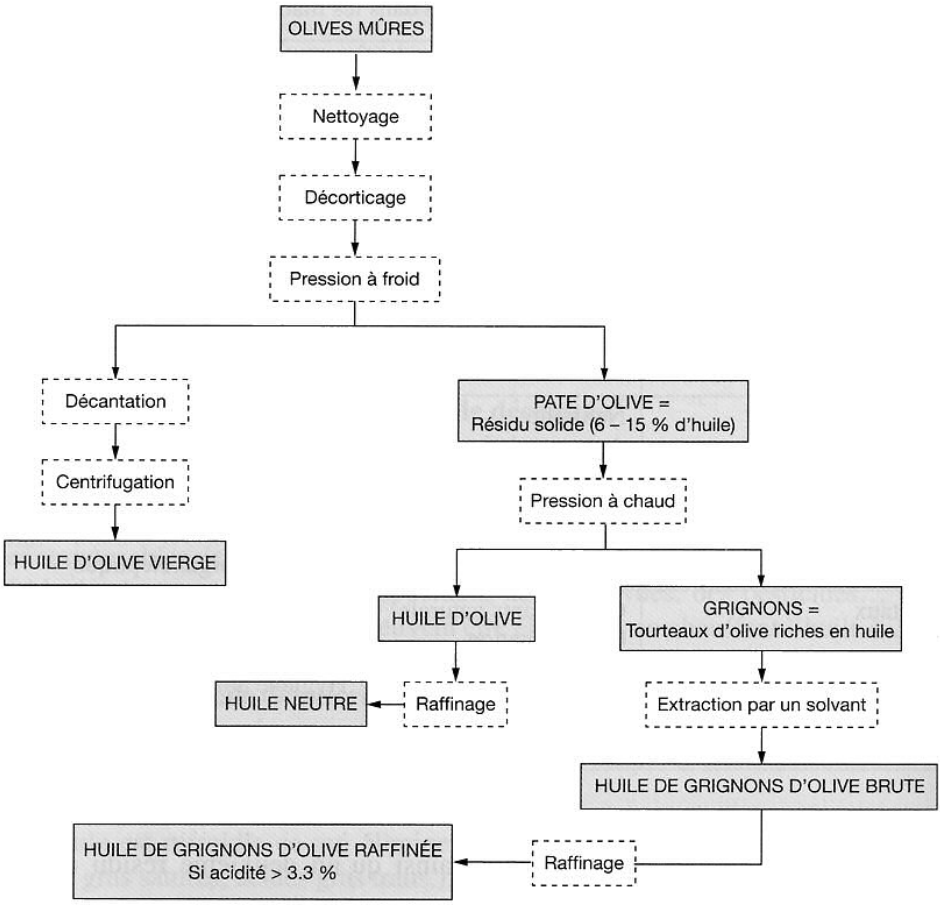


Figure 41 ■ Schéma de l'obtention de l'huile d'olive vierge.

Tableau 98 ■ Dénominations et caractéristiques des huiles d'olive.

Dénominations	Acidité	Autres définitions
Huile d'olive vierge :		
– extra	≤ 1 %	Peut être qualifiée de produit naturel non raffiné
– fine	≤ 2 %	Extraite par centrifugation ou autres procédés mécaniques
– courante	≤ 3,5 %	Sans aucun traitement chimique
Huile d'olive raffinée	≤ 0,5 %	Coupage d'huile d'olive raffinée et
Huile d'olive	≤ 1,5 %	d'huile d'olive vierge (acidité > 3%)
Huile de grigons d'olive raffinée	≤ 0,5 %	Coupage d'huile de grignons et d'olive raffinée
Huile de grignons d'olive	≤ 1,5 %	Et d'huile d'olive vierge

Remarques :

Les autres huiles vierges commercialisées sont l'*huile de noix, de germe de blé, de germe de maïs et de pépins de raisins*.

Autrefois, le colza se caractérisait par une forte teneur en **acide érucique**. Des études ont montré la toxicité de cet acide sur les animaux consommant de grande quantité de cette huile qui souffraient alors de retard de croissance et de lésions myocardiques. C'est pourquoi, la **nouvelle huile de colza** obtenue grâce à des sélections génétiques contient en général moins de 1 % d'acide érucique. Il en a été de même pour la **nouvelle huile de tournesol oléique** qui contient des teneurs élevées en cet acide (65 à 80 % des acides gras totaux) et dont la teneur en acide linoléique est d'autant plus réduite. Ceci permet donc de prendre en compte l'évolution des connaissances en nutrition.

2.3.3. Autres traitements autorisés

Leur but est de modifier les propriétés physicochimiques des corps gras afin d'élargir leurs propriétés.

2.3.3.1. Le fractionnement

Il permet de séparer un corps gras en 2 phases avec un point de fusion différent.

Exemple : séparation d'un corps gras en une huile liquide et une fraction solide à point de fusion plus élevé que le corps gras de départ.

Cette technique se pratique surtout pour les graisses animales ou les huiles concrètes telles que l'huile de palme.

2.3.3.2. L'hydrogénation (figure 42)

Elle diminue l'insaturation des corps gras par fixation chimique d'hydrogènes sur les doubles liaisons des glycérides.

Exemples : graisses de porc ou de cheval hydrogénées pour fritures, graisse de coprah hydrogénée (végétaline), huiles hydrogénées des margarines.

Les conséquences sont les suivantes :

- *Conséquence positive*

La saturation partielle et parfois totale permet d'améliorer la stabilité du corps gras en rendant solide une huile liquide ou encore plus solide un corps gras concret ce qui augmente leur point de fusion.

- *Conséquence négative*

Une hydrogénation plus ou moins poussée peut également saturer les acides gras essentiels et ainsi diminuer leur teneur. C'est pourquoi, cette technique a fait l'objet de nombreuses recherches et l'on peut à présent distinguer :

– l'hydrogénation « non sélective » très employée encore qui sature la plupart des acides gras polyinsaturés ;

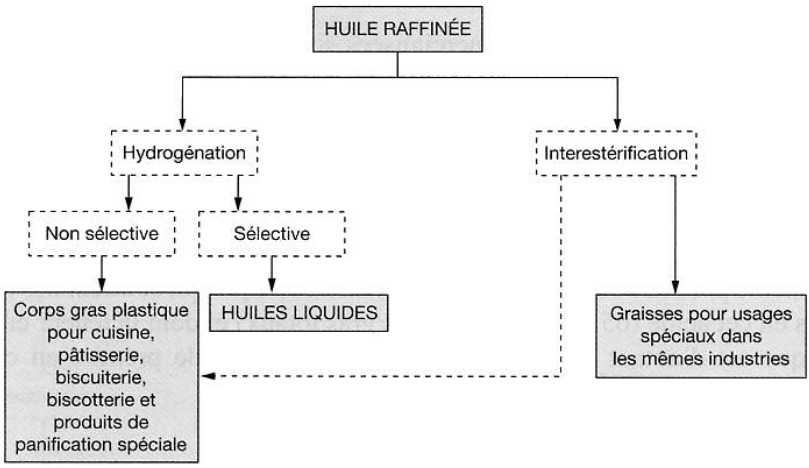


Figure 42 ■ Autres traitements autorisés sur les huiles comestibles.

– l'hydrogénation « sélective » plus récente qui ne sature que l'acide linolénique (responsable de la fragilité des huiles) mais qui préserve bien l'acide linoléique. Toutefois, elle peut modifier les acides gras polyinsaturés par isomérisation géométrique en les transformant en acides gras trans ce qui leur fait perdre une partie de leurs propriétés nutritionnelles.

2.3.3.3. L'interestérification

Elle consiste en une modification de la structure des triglycérides par réarrangement moléculaire au hasard des acides gras sur le glycérol. Elle peut se faire sur un seul corps gras (elle est alors appelée la **randomisation)** ou sur un mélange de deux corps gras. Elle améliore ainsi le point de fusion mais sans modifier la teneur en acides gras essentiels. Il y a donc une modification des propriétés physiques et rhéologiques (viscosité, fluidité) des corps gras ce qui améliore leur utilisation.

Exemple : amélioration du fondant d'un corps gras.

Cette technique se pratique souvent en complément de l'hydrogénation pour optimiser la consistance d'un corps gras.

2.3.4. Valeur nutritionnelle en macronutriments

Les huiles contiennent **100 % de lipides** et leur valeur énergétique est par conséquent de **3 800 kJ/100 g (900 kcal/100 g)**.

2.4. Les corps gras animaux

2.4.1. Les corps gras d'animaux terrestres

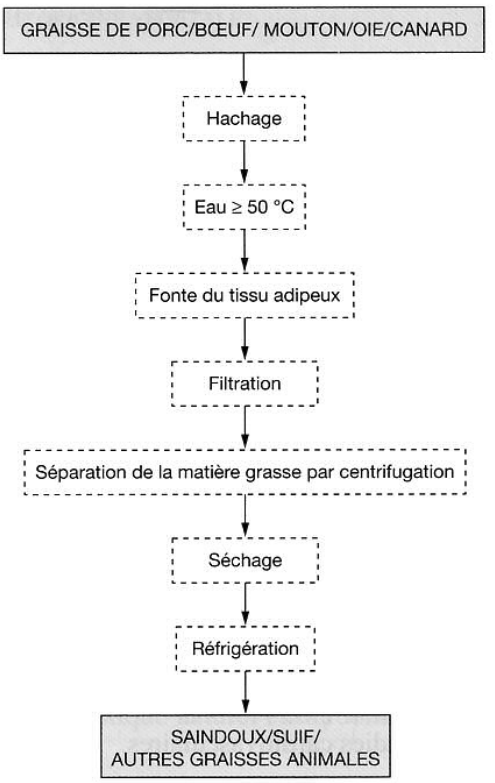


Figure 43 ■ Schéma d'obtention des corps gras d'animaux terrestres.

2.4.1.1. Le saindoux

▶ DÉFINITION ET OBTENTION

Le saindoux est obtenu par la fonte des tissus adipeux du porc ; il doit uniquement être obtenu par extraction à chaud. On distingue :

- *le saindoux « pure panne »* exclusivement obtenu à partir de la panne (graisse qui entoure les rognons de porc) ;
- *le saindoux hydrogéné*.

▶ UTILISATION DU SAINDOUX

Le *saindoux pure panne* est utilisé pour les cuisines régionales dans la fabrication des pâtés, choucroute, rillettes et le recouvrement des andouillettes et des terrines.

Le *saindoux hydrogéné*, mélangé avec d'autres corps gras rentre dans la fabrication des shortenings pour fritures profondes.

2.4.1.2. La graisse d'oie ou de canard

▶ DÉFINITION ET OBTENTION

Elle est obtenue uniquement par la fonte et la clarification des tissus adipeux d'oies ou de canards.

▶ UTILISATION

Ce type de graisses est utilisé pour la cuisine régionale du Sud Ouest tels que le confit d'oie ou de canard, les pommes sautées à la graisse d'oie, les cassoulets, les foies gras…

2.4.2. Les huiles d'animaux marins

Dans les pays nordiques, les huiles d'animaux marins ont toujours constitué la principale source de corps gras. Au début du siècle, les huiles de baleine étaient largement utilisées dans les margarineries.

Aujourd'hui, la baleine étant protégée, les huiles de poissons proviennent de différentes espèces de poissons gras (hareng, pilchards, anchois…). Ces poissons sont traités directement à bord des bateaux-usines afin d'extraire l'huile qu'ils contiennent.

Ces huiles sont très fortement insaturées ce qui leur confère un point de fusion très faible mais les rend très oxydables à l'air d'où la nécessité de les raffiner et de les hydrogéner partiellement pour être ensuite utilisées en mélange dans des préparations de graisses composées et les margarines.

Leur **richesse en acides gras polyinsaturés** et en particulier en **ω3** leur permet de lutter contre les maladies cardiovasculaires.

2.5. Les margarines

2.5.1. Définition

Sont désignées comme margarines, toutes les substances alimentaires autres que le beurre, quelles que soient leur origine et leur composition, qui présentent l'aspect du beurre et sont préparées pour le même usage que ce dernier.

2.5.2. Analyse des constituants

La margarine est une **émulsion** stabilisée par des additifs (*exemple* : lécithines) et obtenue par un mélange :

- *de matières grasses* qui constituent la **phase grasse** et dont la teneur doit être au moins égale à 80 % et au maximum de 90 % ;
- *d'eau* qui constitue la **phase aqueuse** et dont la teneur doit être de 16 % maximum.

2.5.2.1. *Les constituants de la phase grasse (82 %)*

Elle est constituée de différentes matières grasses et permet d'obtenir un corps gras concret :

▶ MATIÈRES GRASSES D'ORIGINE VÉGÉTALE

Il s'agit :
- *d'huiles liquides ou fluides à 15 °C* provenant en particulier d'arachide, colza, coton, maïs, soja, tournesol ;
- *d'huiles concrètes fondant entre 15 et 40 °C*, obtenues à partir de noix de coco (coprah), du palmier à huile (palme et palmiste).

▶ MATIÈRES GRASSES D'ORIGINE ANIMALE

Il s'agit :
- d'huiles de poisson hydrogénées ;
- de saindoux ;
- de matières grasses d'origine laitière (au plus 3 %).

2.5.2.2. *Les constituants de la phase aqueuse (16 % maximum)*

Elle est constituée :
- *d'eau* (bactériologiquement pure) ;
- *de lait écrémé ou entier* reconstitué à partir de lait en poudre ensemencé de bactéries particulières produisant certains arômes. La phase aqueuse subi ainsi une fermentation dirigée entraînant la formation d'acide lactique jouant le rôle d'antiseptique naturel et lui donnant des arômes identiques à ceux du lait.

2.5.2.3. *Les autres constituants (2 %)*

Il s'agit :
- *de sel*, en faible quantité, pour relever la saveur ;
- *d'amidon* (fécule…) ;
- *de glucose ou de lactose* qui favorisent le brunissement des aliments à la cuisson et donc les réactions de Maillard ;
- *d'émulsifiants* dont le rôle consiste à faciliter la dispersion de la phase aqueuse dans la phase grasse (en fines gouttelettes). On utilise ainsi des lécithines de soja, des mono et diglycérides, des acides stéarique, palmitique, oléique ou linoléique ;
- *des additifs tels que* :
  - le diacétyle pour les margarines sans lait,
  - des conservateurs qui empêchent le développement notamment des moisissures et des levures,
  - des antioxygènes qui ralentissent l'oxydation responsable du rancissement. Le plus utilisé est le tocophérol et ses dérivés.

Remarque :
Certaines margarines ne contiennent que des huiles d'origine végétales (100 % tournesol hydrogéné par exemple).

2.5.3. *Fabrication*

Les étapes essentielles à retenir sont (figure 44) :
- *mélange des corps gras* à une température identique au point de fusion le plus élevé ;
- *ajout d'eau ou lait ou d'eau et lait* ;
- *ajout des composants secondaires* (additifs) ;
- *mélange des ingrédients* ;
- *émulsification* c'est-à-dire mûrissement grâce à des pompes doseuses et des mélangeurs ;
- *refroidissement* à environ 15 °C ce qui entraîne la cristallisation des lipides ;
- *malaxage* qui donne à la margarine une meilleure consistance et une plus grande homogénéité ;
- *conditionnement* ;
- *stockage* à une température d'environ + 4 °C.

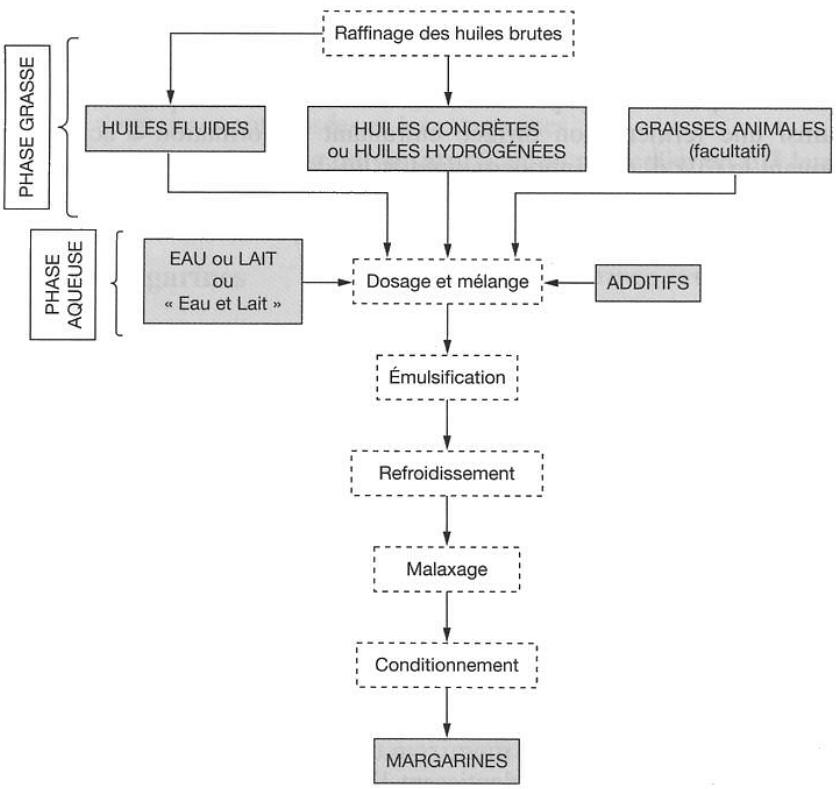


Figure 44 ■ Schéma d'obtention des margarines.

2.5.4. Valeur nutritionnelle

Tableau 99 ■ Valeur nutritionnelle moyenne des margarines.

Nutriments	Quantité pour 100 g	Quantité pour une cuillère à café (10 g)
Protéines	Négligeable	Négligeable
Lipides	82,5 g avec : AGS : 18 % / AGMI : 40 % / AGPI : 42 % } Des acides gras totaux	8 g
Glucides	Négligeable	Négligeable
Kilocalories	750	75
Kilojoules	3 000	300
Cholestérol	Négligeable	Négligeable
Sodium	120 mg	12 (négligeable)
Calcium	10 mg	1 (négligeable)
Fer	Négligeable	Négligeable
Vitamine D	8 µg	0,8 µg soit 16 % des ANC
Vitamine E	10 mg	1 mg soit 8,5 % des ANC
β-carotènes	570 µg	60 µg soit 2,5 % des ANC

2.5.5. Les différentes margarines

2.5.5.1. Les margarines de table ou à tartiner

Généralement à base d'huiles polyinsaturées, elles possèdent une texture très souple et tartinable. Elles sont aussi fines de goût et conviennent plus particulièrement aux emplois crus.

2.5.5.2. Les margarines pour cuisson

Elles sont composées à la fois d'huiles végétales et animales. Plusieurs variétés sont commercialisées :

- les margarines standards : ce sont des margarines bas de gamme, riches en acides gras saturés qui sont composées en plus grande partie de graisses animales et d'huiles de poisson ;
- les margarines supérieures : elles sont destinées à la cuisine fine. Elles peuvent contenir du beurre (10 % maximum), ont une saveur agréable et résistent bien à la cuisson (viandes sautées, poisson meunière par exemple) ;

- les margarines pour fritures : elles supportent bien les fritures profondes et répétées ;
- les margarines végétales : elles sont composées en totalité d'huiles végétales hydrogénées (tournesol, maïs par exemple). Elles sont riches en acides gras essentiels et donc participent davantage à l'équilibre alimentaire. Elles présentent une texture souple, tartinable et peuvent être utilisées pour les cuissons ;
- les margarines diététiques : elles possèdent une forte teneur en acides gras essentiels et sont parfois enrichies en vitamines A et E. Elles peuvent être présentées sans sucre, sans lait et sans diacétyle. Elles conviennent à froid ou en cuisson ;
- les margarines destinées à la pâtisserie : elles sont adaptées aux différents emplois en pâtisserie professionnelle et possèdent ainsi des propriétés qui leur sont propres. *Exemples* : margarines ayant une structure légère et aérée pour la fabrication de crèmes, margarines très malléables utilisées pour la confection de la pâte feuilletée...

2.6. Comparaison de la composition qualitative des lipides et des vitamines liposolubles des différents corps gras

2.6.1. Comparaison des composants lipidiques

La majorité des lipides des corps gras sont sous forme de **triglycérides**. Ce sont donc les acides gras qui les composent qui donnent aux lipides leurs caractères en particulier leur point de fusion. En revanche, la longueur de la chaîne carbonée et surtout l'insaturation des acides gras déterminent leur rôle biologique.

De plus, certains corps gras contiennent du cholestérol en quantité notable : ce sont le beurre (250 mg/100 g) et les graisses des animaux terrestres (~ 100 mg/100 g).

Les margarines contenant des corps gras animaux en contiennent aussi.

On trouve cependant sur le marché du beurre sans cholestérol mais les acides gras qui estérifient le glycérol dans ce type de produits sont identiques au beurre traditionnel. Or les hypercholestérolémies sont plus favorisées par la quantité d'acides gras saturés dans la ration que par celle de cholestérol alors que les acides gras monoinsaturés et les acides gras polyinsaturés préviennent les maladies cardiovasculaires.

2.6.1.1. Composition comparée en acides gras des corps gras animaux

À l'exception des huiles de poisson, ils contiennent essentiellement des acides gras saturés et monoinsaturés mais ils sont pauvres en acides gras polyinsaturés (tableau 100).

De plus, ils ne contiennent quasiment pas d'acide α-linolénique (sauf les huiles de poisson et les graisses d'oie et de canard).

Tableau 100 ■ Composition comparée en acides gras des corps gras animaux.

Corps gras	Teneur en lipides (%)	Teneur en AGS (%)	Teneur en AGMI (%)	Teneur en AGPI (%)	Conséquence
Beurre	82	68	30	2	Graisse concrète à température ambiante
Saindoux « pure panne »	100	45	46	9	Graisse concrète à température ambiante
Saindoux hydrogéné	100	55	36	9	Graisse concrète à température ambiante
Graisse d'oie ou de canard	100	27,5	57	15,5	Graisse concrète à température ambiante
Huiles de poisson	100	29	40	31	Huiles fluides semi-pâteuses à température ambiante
Huile de foie de morue	100	16	56	25	Huiles fluides semi-pâteuses à température ambiante

2.6.1.2. Composition comparée en acides gras des huiles végétales

Tableau 101 ■ Composition comparée en acides gras des huiles végétales.

Huile	% moyen d'acides gras en quantité significative	Conséquences
Coprah Palme Palmiste	70 % d'AGS	Ce sont des huiles végétales concrètes à température ambiante. Ne doivent pas être consommées en excès à cause de leur richesse en AGS qui les rend thrombogènes et athérogènes.
Olive Arachide Colza	55 % d'AGMI	Ces huiles sont antiathérogènes et hypocholestérolémiantes.
Noix Pépins de raisin Tournesol Soja Germes de blé Germes de maïs Carthame	60 % (n-6) Acide linoléique	Ces huiles ont des propriétés hypocholestérolémiantes. Elles empêchent le disfonctionnement plaquettaire. Elles sont hypotriglycéridémiantes.
Germes de blé Soja Noix Colza	7,5 % (n-3) Acide αlinoléïque	Ces huiles réduisent aussi le risque coronarien. L'EPA et le DHA sont hypotryglicéridémiants.

2.6.1.3. *Composition comparée en acides gras des margarines, des huiles et du beurre*

Tableau 102 ■ Composition comparée en acides gras des margarines, des huiles végétales et du beurre.

Corps gras	Acides gras saturés	Acides gras monoinsaturés	Acides gras polyinsaturés
Margarine standard pour cuisson	31	33	13
Margarine au tournesol	14	31	33
Margarine de germes de maïs	17	42	37,5
Margarines spéciales : avec huile de germes de blé + tournesol ; de germes de maïs, palme, palmiste	28,5	20	51,5
Huile de germes de maïs	12,5	26	57
Huile de tournesol	11,5	22,5	61,5
Beurre	68	30	2

On remarque l'intérêt des acides gras polyinsaturés dans les *margarines de tournesol et de maïs*. Cependant, cette teneur est inférieure à celle des huiles respectives à cause de l'hydrogénation réalisée pour abaisser le point de fusion et obtenir un produit mou.

On remarque aussi que les matières grasses composées (« margarines spéciales ») sont plus riches en acides gras saturés à cause du pourcentage de matières grasses laitières.

Quoi qu'il en soit, les margarines sont moins riches que le beurre en acides gras saturés.

2.6.2. *Les vitamines liposolubles* (tableau 103 et 105)

Le *beurre* est intéressant pour sa teneur en vitamines A et D mais participe plus faiblement à la couverture des ANC, en β-carotène et vitamine E.

Les *margarines* sont riches en vitamines D et participent ainsi à la couverture des besoins. Elles contiennent aussi une petite quantité de vitamine E.

Les *huiles végétales* sont riches en tocophérols et participent aussi à la couverture des besoins vitaminiques notamment pour *l'huile de mélange, de tournesol, de maïs et de pépins de raisin*.

Tableau 103 ■ Teneurs moyennes en vitamines liposolubles des principaux corps gras alimentaires.

Pour 100 g	Vitamine D (µg)	Vitamine A (µg)	β-carotène (µg)	Vitamine E (mg)
Beurre	1,3	708	505	2
Margarines	8	Absence ou addition autorisée	570	10
Huile d'olive	Absence	Absence	Absence	12
Huile d'arachide				17,2
Huile de colza				15
Huile de tournesol				56
Huile de germe de maïs				30
Huile de pépins de raisin				32
Huile de soja				15
Huile de noix				10,8
Huile mélangée				80

Tableau 104 ■ % de couverture des ANC pour la consommation d'une portion soit 10 g des principaux corps gras alimentaires.

Pour 10 g	Vitamine D	Vitamine A	β-carotène	Vitamine E
Beurre	12,5 %	10 %	2,5 %	1,5 %
Margarines	16 %	Négligeable	2,5 %	8,5 %
Huile d'olive	Négligeable	Négligeable	Négligeable	10 %
Huile d'arachide				14,5 %
Huile de colza				12,5 %
Huile de tournesol				46,5 %
Huile de germe de maïs				25 %
Huile de pépins de raisin				26,5 %
Huile de soja				12,5 %
Huile de noix				9 %
Huile mélangée				66,5 %

2.7. L'altération des corps gras

Les corps gras peuvent être altérés par deux types de réactions :

2.7.1. L'oxydation

Elle a lieu sous l'action de l'oxygène qui est le principal facteur de la détérioration des corps gras. Ainsi, de très faibles quantités d'oxygène suffisent d'autant plus que cette réaction est considérablement accélérée par la chaleur et la lumière. L'oxydation atteint beaucoup plus facilement les acides gras insaturés ce qui explique la grande fragilité des corps gras polyinsaturés. Ces modifications oxydatives se réalisent ainsi en deux étapes :

2.7.1.1. Étape primaire : oxydation des acides gras insaturés par l'oxygène de l'air ou peroxydation

La peroxydation (figure 45) aboutit à la formation de **peroxydes** qui sont des *composés aldéhydiques* ayant une odeur caractéristique de rance. De plus, ce rancissement aldéhydique est **catalytique** c'est-à-dire que les peroxydes eux-mêmes stimulent l'oxydation des acides gras restants.

La péroxydation est d'autant plus rapide que :

- *la température est élevée* : c'est pourquoi, au cours de l'extraction et du raffinage des huiles, on recherche des températures les plus basse possibles d'où le terme « pression à froid » pour les huiles vierges ;
- *les matières grasses sont plus insaturées* : c'est pourquoi, on prolonge le stockage des corps gras en réduisant leur contact avec l'air (conditionnement hermétique et opaque aux UV).

Figure 45 ■ Formation d'un peroxyde.

2.7.1.2. Étape secondaire : formation de nouveaux composés

Lors de l'utilisation des corps gras comme fluide caloporteur pour la cuisson des aliments, la quantité de peroxydes formés augmente rapidement. Or, ces composés instables se décomposent alors très vite en **PATO (produits d'altération thermo oxydative)** qui sont des produits de nature volatile et non volatile et dont certains peuvent être cancérigènes.

La décomposition des peroxydes est :

- *plus marquée à chaud* ;
- *plus rapide en milieu acide* que neutre (d'où les critères de qualité des huiles en fonction de leur pourcentage d'acides gras) ;
- *favorisée par le fer, le cuivre, le calcium, le sodium et la chlorophylle* (d'où l'intérêt du raffinage en particulier l'étape de décoloration)

Il existe cependant des inhibiteurs de la formation des composés d'oxydation :

- *Les antioxydants naturels* :

– Les tocophérols :
  – ils sont davantage présents dans les corps gras végétaux ;
  – ils sont éliminés à 30 % par le raffinage ;
  – ils sont utilisés comme additifs notamment dans les corps gras animaux qui en sont pauvres.
– L'acide L ascorbique : il a le même rôle que les tocophérols.
– Les carotènes et caroténoïdes : idem que pour les tocophérols :
  – ils sont éliminés par le raffinage ;
  – ils sont utilisés comme additifs colorants dans les margarines et matières grasses composées.

- *Les antioxydants synthétiques* : on les trouve essentiellement dans les matières grasses industrielles.

Remarque : les lipases contenues dans les aliments accélèrent l'oxydation des corps gras. Le raffinage est donc une technique qui stabilise un corps gras et augmente son temps de stockage.

2.7.2. L'acidification ou le rancissement butyrique

Elle correspond à la libération des acides gras par une réaction d'hydrolyse. Ce phénomène ne peut donc se produire que dans les corps gras renfermant de l'eau (crème, beurre, margarines, matières grasses allégées) sous l'action de microbes lipolytiques présents dans ces corps gras et capables de libérer des lipases.

Les acides gras libérés ont des goûts, des odeurs plus ou moins fortes et désagréables. De plus, ils ont tendance à s'oxyder beaucoup plus rapidement. C'est pourquoi, l'acidification est souvent accompagnée de l'oxydation.

Conclusion : l'insaturation de chaque corps gras conditionne donc sa durée et sa température de stockage.

La conservation des huiles raffinées est prolongée car le raffinage élimine :
– *les acides gras libres* ;
– *les produits volatils d'oxydation* ;
– *les peroxydes* (mais non les produits secondaires d'oxydation des acides gras).

2.8. Utilisation des corps gras

2.8.1. Qualités diététiques

Outre le fait que les corps gras apportent des acides gras essentiels ou des vitamines liposolubles, certains d'entre eux peuvent être adaptés à des régimes spéciaux (régimes hypocaloriques, régimes hypocholestérolémiants...).

2.8.1.1. Matières grasses allégées en lipides

Il en existe trois types :
- *préparation exclusivement à base de matières grasses laitières* (beurre ou matières grasses du lait ou crème ou babeurre) ;
- *préparations à base de matières grasses laitières* prépondérantes ;
- *préparations mixtes* : matières grasses laitières et matières grasses d'autres origines en quantité prépondérante.

Ce sont toutes des émulsions stabilisées par des additifs, Elles sont généralement salées et peuvent contenir jusqu'à 7 % de protéines et 1 % de glucides lorsqu'elles contiennent des produits d'origine animale.

Ce type de corps gras peut donc être utile lors des régimes hypocaloriques mais ils sont généralement impropres au chauffage.

Afin de les reconnaître, on peut trouver sur l'étiquetage les mentions suivantes :
- « *à teneur réduite en matières grasses* » ou « *allégé* » pour les produits dont le taux de matières grasses varie de 41 à 62 % ;
- « *à faible teneur en matières grasses* », « *light* », ou « *léger* » pour les produits dont la teneur en matières grasses est inférieure ou égale à 41 %.

2.8.1.2. Produits de régime destinés aux sujets nécessitant un apport lipidique particulier

Il en existe trois catégories :
- « *à teneur en lipides réduite et à teneur garantie en vitamine A* » ;
- « *à teneur garantie en triglycérides à chaîne moyenne et en vitamine A* » ;
- « *à teneur garantie en acides gras essentiels et en vitamine A et E* ».

Ces produits doivent contenir :
- entre 1 000 et 6 000 UI de vitamine A (1 UI = 0,344 µg de vitamine A) ;
- une teneur en vitamine E au moins égale à 1 mg/100 g d'acides gras essentiels.

Les préparations à base de **triglycérides à chaîne moyenne (TCM)** sont destinées aux sujets atteints de graves troubles pancréatiques ou intestinaux car ils ne nécessitent pas la digestion bilio-pancréatique pour être absorbés. Ils ne génèrent donc pas la formation de chylomicrons et vont au foie directement par le sang de la veine porte.

Ils sont obtenus à partir de graisse de coprah et se présentent sous la forme d'huiles ou d'émulsions contenant 2/3 de TCM et 1/3 d'huile riche en acides gras essentiels (huile de pépins de raisin) ce qui permet quand même de couvrir les ANC en ces acides gras.

On peut donc facilement les utiliser en remplacement du beurre ou de la margarine mais ils ne doivent pas subir de cuisson à une température supérieure à 120 °C (tableau 105).

Tableau 105 ■ Composition de certains produits de régime.

PRIMEVÈRE À TARTINER ω3 : à associer aux régimes proposés pour l'excès de cholestérol *Appellation* : margarine diététique *Valeur nutritionnelle* : Lipides : 80 % avec : → 22,5 g d'AGS → AG trans : moins de 1 g → 40 g d'AGMI → 17,5 g d'AGPI (15 g d'acide linoléique, 2,5 g d'acide αlinolénique) Cholestérol : < 1 g. Vitamine E : 31 mg
PRO-ACTIV : enrichi en stérols végétaux qui réduisent significativement le cholestérol dans le cadre d'un régime adapté *Appellation* : matière grasse légère à tartiner (35 %) (esters de stérol végétal) *Valeur nutritionnelle :* Lipides : 35 % avec : → 8,5 g d'AGS → AG trans < 1 g → 9 g d'AGMI → 17,5 g d'AGPI dont 17,2 g de (n-6) et 0,3 g de (n-3) Vitamine A : 900 µg et vitamine E : 66 mg

2.8.2. *Utilisation des corps gras à chaud : la friture*

2.8.2.1. *La résistance des corps gras à la température*

Le but de la friture est de porter les aliments à une température qui permet à l'amidon de caraméliser et que leur goût soit modifié. Cependant, il convient de respecter les températures de chauffage (tableau 106) car chaque corps gras possède un **point de fumée** qui lui est propre. Le point de fumée ou **température critique** désigne donc la température à laquelle un corps gras commence à se décomposer en noircissant et en dégageant une fumée âcre.

2.8.2.2. *Choix du corps gras*

Le beurre, certaines margarines, les corps gras allégés et les huiles d'assaisonnement ne supportent pas d'être chauffés à cause de leur point de fumée relativement bas. Il est donc recommandé de les utiliser crus, fondus ou pour des techniques de cuisson dont la température ne dépasse pas 120 °C (cuisson basse température sous vide, à l'étuvée ou à l'étouffée par exemple).

De plus, la présence d'eau dans le corps gras est dangereuse car elle entraîne des projections.

Les huiles riches en acide alinolénique (c'est-à-dire en contenant plus de 2 % tels que l'huile de soja ou de colza) dégagent lors du chauffage une odeur désagréable car elles sont plus sensibles à la péroxydation. C'est pourquoi, ces huiles sont impropres à la friture.

Tableau 106 ■ La résistance à la chaleur des principaux corps gras.

	Beurre	**Margarine standard**	**Graisse d'oie**	**Végétaline**	**Saindoux**	**Saindoux raffiné**	**Graisse de bœuf**	**Huile de palme**	**Huile de tournesol**	**Huile de colza**	**Huile de soja**	**Huile de maïs**	**Huile d'olive**	**Huile d'arachide**
Température critique	125 °C	140 °C	140 °C	180 °C	210 °C	230 °C	230 °C	230 °C	200 °C	210 °C	220 °C	220 °C	215 °C	218 °C
Températures maximales conseillées	110 °C	130 °C	130 °C	175 °C	180 °C	180 °C	180 °C	180 °C	170 °C	170 °C	170 °C	170 °C	180 °C	180 °C
Corps gras utilisé pour les fritures profondes				x		x	x	x						x

2.8.2.3. Les différents types de friture

• La friture plate : *exemple* : la cuisson d'un steak

La friture plate correspond à la cuisson d'un aliment dans une petite quantité de corps gras dans une grande surface en présence d'air. L'oxydation thermique est certes maximale mais le corps gras n'est utilisé qu'une seule fois.

– La friture profonde : *exemple* : les frites

• Principe

La friture profonde se fait avec un grand volume de corps gras mais la surface de contact avec l'air est plus réduite et le bain d'huile, pour des raisons économiques, est réutilisé. Ce dernier va donc subir plusieurs **cycles thermiques** :

1. *Montée en température* en absence de l'aliment jusqu'à 180 °C maximum.
2. *Ajout de l'aliment* ce qui abaisse la température.
3. *Maintient de la température* pendant la friture de l'aliment.
4. *Retour à la température ambiante*.

• Conséquences des fritures profondes sur les corps gras

– Les modifications physicochimiques : le bain brunit ; l'acidité du corps gras augmente.

– Les modifications chimiques : elles dépendent du nombre d'insaturation du corps gras et de la présence de tocophérols. Les différentes réactions qui se produisent dans un bain de friture sous l'effet de la chaleur sont les suivantes :

– l'aliment perd de l'eau : l'eau se vaporise et l'aliment libère alors des composés colorés dans le bain de friture ;

– l'aliment retient une grande quantité de matières grasses : cela entraîne donc une augmentation de sa valeur énergétique ;

– l'aliment cède des lipides dans le bain de friture : on retrouve essentiellement des acides gras libres qui seront sensibles à l'altération ;

– la quantité de composés les plus fragiles de l'huile diminue ; on assiste ainsi à la perte d'*acides gras essentiels* (à cause de leur forte insaturation), de *tocophérols* (*exemple* : la vitamine E est détruite à plus de 50 % lors d'un chauffage à 177 °C pendant 8 heures), et de *provitamine A* présente essentiellement dans les huiles vierges ;

– des composés nouveaux se forment : *produits volatils* (responsables de l'odeur particulière de la friture ; plus de 200 composés ont été répertoriés), *composés polaires* (ils représentent une fraction importante des PATO formés et sont aussi essentiels lors de l'analyse des qualités nutritionnelles des huiles chauffées) et *composés non polaires* (ils apparaissent suite à des réactions d'hydrolyse et de cyclisation du fait de l'élévation de température).

Conclusion : il y a ainsi formation de plus de 500 produits dans le bain de friture appelés des **espèces chimiques nouvelles ou ECN**. Parmi ces ECN on retrouve les PATO qui, en excès, peuvent être irritant pour la muqueuse digestive.

Les ECN volatils sont éliminées du bain de friture alors que les autres subiront, lors de l'ingestion de l'aliment, une hydrolyse digestive normale.

- Les incidences nutritionnelles lors des fritures profondes : comme nous l'avons vu précédemment, une température de chauffage trop élevée et un temps de chauffage trop prolongé rendent de plus en plus indigestible le corps gras car son absorption devient plus lente et moins complète.

  De plus, la formation de composés polaires en particulier de triglycérides oxydés présentent une certaine toxicité. C'est pourquoi, un dosage de ces composés permet de mettre en évidence la dégradation d'une huile chauffée et l'on considère qu'une teneur de 25 % correspond au seuil de non conformité d'une huile (cette teneur étant de 2 à 3 % dans les huiles neuves et pouvant atteindre 50 % lors d'altérations importantes).

  Les huiles de friture ainsi dégradées ne peuvent être recyclées pour l'alimentation car le raffinage ne permet pas d'éliminer les composés indésirables. Ces huiles peuvent cependant servir de carburant pour les moteurs et les appareils de chauffage.

- Recommandations lors de l'utilisation des huiles en friture profonde

1. *Choisir un corps gras* supportant des températures élevées de façon répétée,

2. *Vérifier le niveau d'huile* afin de respecter un rapport huile-aliment de 6/1,

3. *Ne pas mélanger deux corps gras d'origine différente* (risque de production de mousse et de débordements),

4. *Frire les aliments par petite quantité* (pour limiter les chocs thermiques lors du cycle),

5. *Rincer et essorer rigoureusement les aliments humides* (pour éviter le bouillonnement et les projections),

6. *Éliminer tous les excédents de farine, mie de pain et pâte à frire* dont les déchets carbonisés détériorent le bain de friture,

7. *Contrôler la température du thermostat* en fonction de l'aliment et ne jamais dépasser la température de 180 °C,

8. *Limiter le nombre de chauffages* subis par le même bain d'huile,

9. *Préférer les fritures en continu* plutôt que les remontées successives de température

10. *Filtrer le bain de friture* après chaque service et nettoyer la friteuse,

11. *Conserver l'huile à l'abri de la chaleur et de la lumière* entre deux fritures,

12. *Contrôler la quantité de triglycérides oxydés* grâce à des tests colorimétriques de dépistage.

3. *Place des corps gras dans l'alimentation quotidienne*

Il est souhaitable de limiter la cuisson des corps gras, même pour ceux qui sont dénommés « pour friture ». Il faudrait par ailleurs faire une place la plus large possible aux corps gras végétaux riches en acides gras polyinsaturés ou en acides gras monoinsaturés d'autant plus qu'ils peuvent être chauffés.

Les huiles vierges de qualité contrôlée sont intéressantes pour leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles (vitamine E, caroténoïdes...).

La quantité de beurre cru à conserver pour son apport nutritionnel (vitamines A et D) et surtout pour ses qualités organoleptiques, sera adaptée en fonction de la place et de la teneur en matières grasses des produits laitiers consommés.

L'industrie agroalimentaire propose de nombreux corps gras, traditionnels ou nouveaux. C'est donc par la variété de son choix que le consommateur peut réaliser un équilibre nutritionnel qualitatif en lipides.

11

Les boissons

Introduction

Chez l'homme, le besoin en eau est un besoin vital puisque la diète hydrique maximale supportée par l'organisme est de 7 jours.

En moyenne, nous perdons 2,5 à 3 L d'eau par jour ce qui nous oblige pour conserver notre poids et nos fonctions vitales à en consommer au moins autant.

Les apports nutritionnels conseillés en eau sont par conséquent de 2,5 à 3 L par jour et les boissons participent à plus de la moitié dans la couverture de ce besoin indispensable (soit 1 à 1,5 L par jour). Les autres sources en eau correspondent à l'eau que nous consommons par l'intermédiaire des aliments (qui représente environ 1 L par jour) et celle produite par notre organisme au travers de différentes réactions chimiques (soit environ 0,3 L par jour).

Les boissons permettent donc d'étancher la soif mais on les consomme aussi pour :

- *leur goût* : sucré, acidulé… ;
- *leur qualité thermique* : chaleur, fraîcheur ;
- *leurs qualités visuelles* : limpidité, clarté, brillance ;
- *leurs apports en minéraux* : les boissons participent à la couverture de certains minéraux tels que le calcium, le fer, le magnésium, le fluor ou le cuivre.

1. *Classification des boissons : en fonction de leur degré d'alcool*

1.1. Les boissons non alcoolisées : groupe 1

Elles comprennent :
- les eaux minérales ou gazeuses ;
- les boissons à base de fruits ou de légumes non fermentés ou fermentés avec une teneur en alcool inférieure à 1,2 % vol. ;
- les limonades ;
- le thé, les infusions ;
- le café ;
- le lait ;
- les sirops ;
- les boissons aromatisées (*exemple* : boissons chocolatées) ;
- les bières sans alcool, les panachés.

1.2. Les boissons alcoolisées

1.2.1. Groupe 2

Ce sont les *boissons fermentées non distillées* parmi lesquelles on retrouve :
- les vins ;
- les bières dont le degré d'alcool est supérieur à 1,2 % vol. ;
- le cidre ;
- le poiré ;
- l'hydromel (boisson faite à partir d'eau et de miel) ;
- les vins doux naturels ;
- les crèmes de cassis, mûre… ;
- les boissons à base de fruits et de légumes fermentés contenant 1,2 à 3 % vol. d'alcool.

1.2.2. Groupe 3

Ils ne doivent *pas contenir plus de 18 % vol. d'alcool pur*. C'est pourquoi, ils comprennent :
- certains vins doux naturels ;
- les vins de liqueurs ;
- les apéritifs à base de vin et de liqueurs de fraises, framboises, cassis ou cerises…

1.2.3. Groupe 4

- Les rhums ;
- les tafias ou eaux-de-vie ;

- les alcools issus de la distillation des vins, cidres, poirés ou fruits ;
- les liqueurs dont les liqueurs anisées à moins de 0,5 g/L d'essence.

1.2.4. Groupe 5

Il comprend toutes les autres boissons alcoolisées.

2. Les eaux de boisson

2.1. Classification

2.1.1. Les eaux potables destinées à la consommation humaine

Elles comprennent :
- l'eau du robinet (ou eau de distribution publique) ;
- l'eau utilisée dans les industries alimentaires ;
- la glace alimentaire ;
- l'eau potable préemballée (gazeuse ou non) ;
- l'eau de source préemballée.

2.1.2. Les eaux minérales naturelles

Ce sont les eaux minérales préemballées.

2.2. Les origines de l'eau

2.2.1. Les eaux météoriques ou eaux de pluies

Elles proviennent de réservoirs naturels ou artificiels.

2.2.2. Les eaux souterraines ou eaux provenant d'infiltration par un terrain perméable, une cassure ou une faille du sol

Elles sont arrêtées par un terrain imperméable et peuvent subir une forte pression : elles peuvent par conséquent jaillir sous forme de « puits artésiens » (c'est-à-dire provenant de l'Artois qui est une région limite entre le bassin parisien et la plaine de Flandre) ou être bloquées sous forme de nappes phréatiques.

2.2.3. Les eaux superficielles ou de ruissellement sur des sols imperméables

Elles sont à l'origine de la plupart des eaux de distribution publique dans les grandes villes. Des réservoirs artificiels (lacs) augmentent les réserves et permettent d'obtenir une eau moins polluée (s'ils sont protégés de la pollution) qui nécessite donc moins de traitement avant distribution.

2.2.4. L'eau de mer

Le procédé de **dessalement de l'eau de mer** peut aussi être utilisé.

2.3. La pollution des eaux

2.3.1. Les polluants physiques

2.3.1.1. La chaleur

Elle diminue la solubilité de l'oxygène dans l'eau et y augmente l'activité biologique. Elle conduit donc à une asphyxie des cellules vivant en aérobiose et elle diminue la transparence ainsi que la lumière pénétrant dans l'eau par la croissance anarchique de végétaux tels que des algues. Elle augmente les effets des toxiques minéraux ou organiques.

2.3.1.2. Les matières solides en suspension

Elles sont responsables d'une diminution de la transparence de l'eau.

2.3.1.3. La radioactivité

Après la catastrophe de Tchernobyl en mai 1986, on a retrouvé dans les cours d'eau des polluants tels que *l'iode 131, le césium 134 et 137.*

2.3.2. Les polluants chimiques

De nombreux composés peuvent se dissoudre dans l'eau.

2.3.2.1. Les sels minéraux et les composés organiques

▶ LES NITRATES ET LES NITRITES

Ils sont très solubles et favorisent la multiplication des algues bleues responsables d'une **eutrophisation** de l'eau c'est-à-dire de la disparition de l'oxygène dissous.

▶ LES PHOSPHATES AVEC ESSENTIELLEMENT LES POLYPHOSPHATES

Ce sont des adoucissants utilisés au niveau industriel et domestique. Ils favorisent la multiplication bactérienne et donc augmentent les besoins en traitements de purification.

▶ LES PHÉNOLS ET LES DIPHÉNOLS

Ils se complexent sous forme de chlorophénols lors de la chloration de l'eau et lui donnent un goût désagréable.

2.3.2.2. Les micropolluants

▶ LE SÉLÉNIUM

Il provient de déchets industriels.

▶ LES MÉTAUX LOURDS

Exemples : le cadmium, le mercure, le plomb.

▶ LES CYANURES

Ils sont très toxiques.

▶ L'ARSENIC

Il provient des pesticides.

▶ LES COMPOSÉS ORGANOHALOGÉNÉS VOLATILS OU HALOFORMES

Ils sont à base de chlore et de brome et sont constituants des solvants industriels et ménagers.

▶ LES AUTRES MICROPOLLUANTS

- Les insecticides organochlorés ;
- certains herbicides ;
- les polychlorobiphényles (PCB) et leurs dérivés ;
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HPA)...

2.3.3. Les parasites

2.3.3.1. Les protozoaires

Leurs kystes contaminent l'eau en particulier ceux de *l'amibe dysentérique* qui est responsable comme son nom l'indique de dysenteries.

2.3.3.2. Les vers parasites

Il s'agit :
- *des douves* (trématode) ;
- *du bothriocéphale* (cestode) ;
- *de certains nématodes* (*Ascaris*, *Oxyures*...).

2.3.4. Les bactéries

2.3.4.1. Escherichia coli *entérotoxique*

Elle est responsable des diarrhées des voyageurs et des gastroentérites infantiles.

2.3.4.2. Salmonella typhi *et* paratyphi

Elles sont responsables de fièvres typhoïde et paratyphoïde et peuvent survivre jusqu'à 10 jours dans l'eau.

2.3.4.3. Vibrio cholera

C'est l'agent du choléra.

2.3.4.4. Shigella sonnei

C'est un bacille dysentérique.

2.3.4.5. Campylobacter jejuni *et* coli

Ils sont responsables de diarrhées.

2.3.4.6. Leptospire

C'est un spirochète hôte de certains rongeurs responsables de la leptospirose ictéro-hémorragique caractérisée par une fièvre élevée, une hépatite avec ictère et des hémorragies.

2.3.4.7. Autres bactéries

- Streptocoques angineux ;
- Staphylocoques pathogènes ;
- *Listeria monocytogenes* ;
- *Yersinia enterocolitica.*

2.3.5. Les virus

De nombreux virus peuvent contaminer l'eau. Il s'agit essentiellement :
- du virus de l'hépatite A ;
- du virus de la poliomyélite ;
- d'entérovirus ;
- de virus responsables de gastroentérites aiguës graves (rotavirus et virus de Norwalk).

2.4. L'épuration des eaux usées

2.4.1. Le procédé des « lits bactériens »

L'épuration de l'eau se fait de manière naturelle grâce à des bactéries aérobies fixées sur des roches. Celles-ci dégradent alors jusqu'à 90 % des composés organiques contenus dans l'eau.

Cependant, des substances non biodégradables peuvent se déposer au niveau du lit ce qui limite l'utilisation de ce procédé.

2.4.2. Le procédé des « boues activées » (figure 46)

L'eau à épurer est envoyée dans un décanteur primaire qui la débarrasse des matières minérales ou organiques en suspension.

Elle est ensuite récupérée par un bioréacteur ou bassin d'aération. Celui-ci contient des cultures bactériennes en suspension. Grâce à un brassage qui oxygène le bassin, des dégradations aérobies ont alors lieu.

La boue est ensuite éliminée grâce à un décanteur secondaire. Une partie sera à nouveau réinjectée dans le bioréacteur afin d'avoir une quantité suffisante de bactéries. L'eau épurée est alors récupérée et elle pourra éventuellement être chlorée.

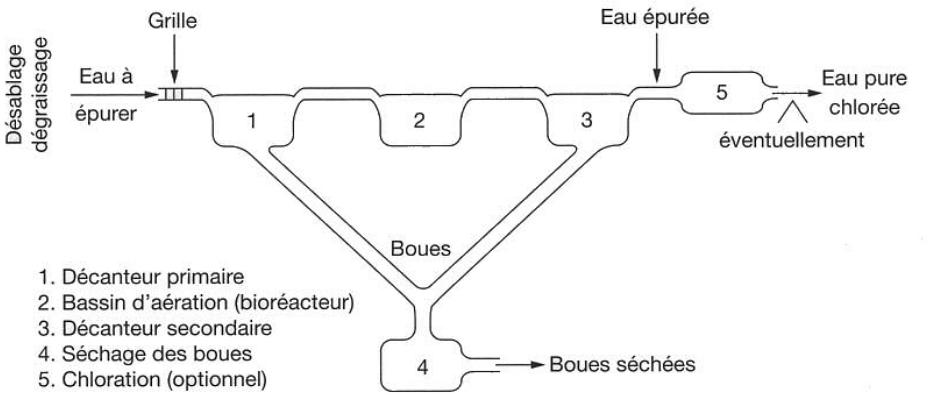


Figure 46 ■ Schéma d'une station d'épuration.

2.5. Les traitements des eaux en vue de leur consommation

L'eau est rendue potable par des techniques physiques, chimiques et/ou biologiques. Les procédés les plus utilisés sont :

- l'ultrafiltration ;
- les microfiltres (ils permettent l'élimination des petites particules) ;
- l'osmose inverse.

L'eau est ensuite stérilisée grâce à du chlore et de l'ozone.

2.6. Les critères de potabilité

Plusieurs paramètres sont utilisés pour déterminer la potabilité d'une eau :

2.6.1. Paramètres organoleptiques

L'eau doit être limpide, sans saveur ni odeur.

2.6.2. Paramètres physicochimiques

Les caractéristiques de l'eau doivent être les suivantes :
- *température* inférieure à 25 °C ;
- *pH* compris entre 6,5 et 9 ;
- *les concentrations des minéraux* (chlorures, sulfates, magnésium, sodium, potassium, aluminium) doivent être contrôlées ;
- *la quantité de résidus secs* doit être inférieure à 1 500 mg/L après dessiccation.

2.6.3. Substances toxiques et indésirables

Les teneurs en *arsenic, cadmium, cyanures, chrome, mercure, nickel et plomb* doivent être contrôlées. La teneur en *nitrates* doit être inférieure à 50 mg/L.

2.6.4. Paramètres microbiologiques

L'eau doit être contrôlée en organismes pathogènes ou de contamination tels que :
- les salmonelles ;
- les staphylocoques pathogènes ;
- les entérovirus ;
- les coliformes ;
- les streptocoques fécaux ;
- les spores de bactéries anaérobies sulfitoréductrices.

Elle ne doit pas non plus contenir de parasites.

2.6.5. Pesticides et produits apparentés

Les concentrations en ces produits sont réglementées.

2.6.6. Paramètres pour les eaux adoucies ou déminéralisées

On détermine le titre hydrométrique (TH) c'est-à-dire la dureté qui correspond à la teneur totale en sels de calcium et magnésium. L'unité utilisée est le degré français 1 °F = 4 mg de calcium par litre ou 2,4 mg de magnésium.

Lorsque l'eau est trop dure (lors de son chauffage notamment), ces éléments :
- *se déposent dans les canalisations* et forment du tartre ;
- *durcissent les légumes* lors de leur cuisson ;
- *limitent la production de mousse* lors de l'utilisation de savons ;
- rendent le linge rèche ;
- assèchent la peau.

C'est pourquoi, les eaux sont traitées par des adoucisseurs d'eau.

En fonction des régions et des départements, la dureté de l'eau sera donc différente :
- dureté faible : TH < 15 °F (traitement inutile) : Corse, Bretagne, Centre ;

- dureté moyenne : 15 < TH < 25 °F (traitement envisageable) : Île-de-France, Vendée, Bassin aquitain ;
- dureté forte : 25 < TH < 35 °F (traitement recommandé) : Provence-Alpes-Côtes d'Azur, Oise, Isère, Picardie ;
- dureté très forte : TH > 35 °F (traitement indispensable) : Nord de la France, Hérault.

2.7. Les différents types d'eaux commercialisées

2.7.1. Les eaux de source préemballées

2.7.1.1. Définition

Ce sont des eaux d'origine souterraine microbiologiquement saines et protégées contre les risques de pollution. Elles sont donc aptes à la consommation humaine et sont embouteillées à la source.

Elles ne font l'objet d'aucune adjonction ni traitement autre que :

- la décantation ; } Permettent de séparer les éléments instables
- la filtration ; } et la sédimentation des matières en suspension
- la dégazéification ;
- l'incorporation (ou la réincorporation) de gaz carbonique.

À la différence des eaux minérales naturelles, une eau de source n'est pas tenue à une stabilité de composition et ne peut pas bénéficier de propriétés favorables à la santé.

2.7.1.2. Dénominations

Les deux dénominations qui existent sont les suivantes :

- « *eau de source* » ;
- « *eau de source avec adjonction de gaz carbonique* ».

2.7.1.3. Étiquetage

▶ MENTIONS OBLIGATOIRES

- nom de la source ;
- lieu d'exploitation ;
- type de traitement utilisé pour la séparation des composés instables ;
- autres mentions obligatoires habituelles.

▶ MENTIONS FACULTATIVES

« Convient pour l'alimentation des nourrissons » si tel est le cas.

2.7.2. Les eaux minérales naturelles préemballées

2.7.2.1. Définition

Ce sont des eaux d'origine souterraine microbiologiquement saines et protégées de tout risque de pollution. Elles se caractérisent par leur pureté originelle et leur composition obligatoirement constante en sels minéraux et oligoéléments.

Elles peuvent posséder des vertus thérapeutiques reconnues par l'Académie de Médecine et le ministère de la santé.

Leurs caractéristiques physicochimiques doivent être stables et elles ne doivent avoir subi aucun traitement (sauf comme précédemment décantation, filtration, dégazéification ou incorporation de gaz carbonique).

Elles sont embouteillées à la source et elles bénéficient de la protection du périmètre d'où elles jaillissent (*exemple* : 6 000 hectares sont préservés de toute pollution autour de Vittel !)

2.7.2.2. Dénominations

▶ « EAU MINÉRALE NATURELLE » OU « EAU MINÉRALE NATURELLE NON GAZEUSE »

C'est une eau qui ne dégage pas spontanément de gaz carbonique à l'émergence.

▶ « EAU MINÉRALE NATURELLE GAZEUSE » OU « EAU MINÉRALE NATURELLEMENT GAZEUSE »

C'est une eau effervescente dont la teneur en gaz carbonique est la même qu'à l'émergence.

▶ « EAU MINÉRALE NATURELLE RENFORCÉE AU GAZ DE LA SOURCE »

Sa teneur en gaz carbonique est supérieure à celle observée à l'émergence.

▶ « EAU MINÉRALE NATURELLE AVEC ADJONCTION DE GAZ CARBONIQUE »

Elle a été rendue effervescente par addition de gaz carbonique d'une autre origine que la nappe ou le gisement dont elle provient.

▶ EAU MINÉRALE AVEC LA MENTION « TOTALEMENT DÉGAZÉIFIÉE » OU « PARTIELLEMENT DÉGAZÉIFIÉE »

Des procédés physiques ont éliminé totalement ou partiellement le gaz carbonique.

2.7.2.3. Mise en bouteille et étiquetage

L'eau doit être embouteillée sur son site, protégée et stockée dans des conditions optimales puis apportée intacte jusqu'aux consommateurs. Ce parcours doit donc obligatoirement être sans faute.

Le remplissage est identique que la bouteille soit en verre ou en plastique. Ainsi, on rince les bouteilles à l'eau filtrée ou à l'eau de source. Le remplissage

se fait ensuite grâce à des soutireuses qui limitent le contact entre l'air ambiant et le liquide.

On ajoute ensuite le bouchon et l'étiquette qui doit contenir :

▶ DES MENTIONS OBLIGATOIRES :

- *Nom de la source ou du mélange des eaux* si celles-ci proviennent de sources différentes ;
- *Lieu d'exploitation ;*
- *Mention se rapportant à sa composition* :

– soit en écrivant « composition conforme aux résultats de l'analyse officiellement reconnue » ;
– soit en écrivant les éléments caractéristiques déterminés par une analyse officiellement reconnue ;

- Si nécessaire, *les traitements* (décantation, filtration) pour la séparation des composés instables tels que le fer ou le manganèse ;
- *Une DLUO* (date limite d'utilisation optimale) :

– 1 an pour une eau gazeuse en bouteille plastique ;
– 2 ans pour une eau plate en bouteille plastique ;
– 3 ans pour une eau plate ou gazeuse en bouteille de verre.

Cependant, il n'y a pas de réelles modifications des qualités organoleptiques si la bouteille a été stockée dans de bonnes conditions (à l'ombre avec une température n'excédant pas les 12 °C) et n'a pas été ouverte.

▶ DES MENTIONS FACULTATIVES (tableau 107)

2.7.2.4. Conclusion : « A chacun son eau »

▶ PRINCIPALES EAUX MINÉRALES NATURELLES VENDUES EN FRANCE (tableau 108)

Chaque eau présente donc une saveur propre. Ainsi, à la première impression, une eau peut sembler :

– *dure* : l'eau « accroche » et suscite de nombreuses impressions tactiles. Ses saveurs et ses arômes envahissent la bouche ;
– *douce* : elle ne provoque aucune réaction particulière pas plus au niveau de la flaveur que sur le plan tactile ;
– *équilibrée* c'est-à-dire sans aucune sensation prédominante ;
– *longue ou courte* : selon l'impression durable ou non qu'elle laisse en bouche ;
– *fraîche* : lorsque le palais reçoit une sensation globale de fraîcheur.

Mais selon sa teneur en sels minéraux, elle peut aussi être :

– *acide* ;
– *alcaline* ;
– *salée* : c'est le cas de la plupart des eaux pétillantes ;
– *douceâtre* c'est-à-dire alcaline et légèrement sucrée ;
– *salée* : on sent un léger goût de sel ;

Tableau 107 ■ Mentions facultatives portées sur l'étiquetage des eaux minérales naturelles préemballées.

Mentions facultatives	Critères	Exemples
« Très faiblement minéralisée »	La teneur en sels minéraux, calculée comme résidus secs (à 180 °C) est comprise entre 0 et 50 mg/L	
« Oligominérale » ou « Faiblement minéralisée »	La teneur en sels minéraux, calculée comme résidus secs (à 180 °C) est comprise entre 50 et 500 mg/L	Thonon, Évian, Plancoet, Abatilles, Valvert, Volvic, Perrier
« Moyennement minéralisée »	La teneur en sels minéraux, calculée comme résidus secs (à 180 °C) est comprise entre 500 et 1 500 mg/L	Vittel, Badoit, San Pellegrino, Salvétat
« Riche en sels minéraux »	La teneur en sels minéraux, calculée comme résidus secs (à 180 °C) est supérieure à 1 500 mg/L	Talians, Hépar, Contrex, St Yorre, Vichy Célestins, Quezac, Arvie
« Bicarbonatée »	La teneur en bicarbonates (HCO_3^-) est supérieure à 600 mg/L	St Yorre, Vichy Célestins, Arvie, Quézac, Badoit, Salvétat
« Sulfatée »	La teneur en sulfates (SO_4^-) est supérieure à 200 mg/L	Talians, Hépar, Contrex, Vittel, San Pellegrino, Taillefine, Activ'
« Chlorurée »	La teneur en chlorures (Cl^-) est supérieure à 200 mg/L	St Yorre, Vichy Célestins, Arvie
« Calcique »	La teneur en calcium (Ca^{2+}) est supérieure à 150 mg/L	Talians, Hépar, Contrex, Vittel, Arvie, Quezac, Badoit, San pellegrino, Salvétat, Taillefine, Activ'
« Magnésienne »	La teneur en calcium (Mg^{2+}) est supérieure à 50 mg/L	Talians, Hépar, Contrex, Arvie, Quézac, Badoit, San Pellegrino, Taillefine
« Fluorée » ou « Flurorée » ou « Contient du fluor » ou « Contient des fluorures »	La teneur en fluor (F^-) est supérieure à 1 mg/L	St Yorre, Vichy Célestins, Quézac
Ferrugineuse ou contient du fer	La teneur en fer bivalent (Fe^{2+}) est supérieure à 1 mg/L	
« Acidulée »	La teneur en gaz carbonique (CO_2) libre est supérieure à 250 mg/L	
« Sodique »	La teneur en sodium (Na^+) est supérieure à 200 mg/L	St Yorre, Vichy Célestins, Quézac, Arvie
« Convient pour un régime pauvre en sodium »	La teneur en sodium (Na^+) est inférieure à 20 mg/L	Talians, Hépar, Contrex, Vittel, Thonon, Évian, Valvert, Volvic, Salvétat, Perrier
« Convient pour la préparation des aliments pour nourrissons » ou une autre mention relative au caractère approprié d'une eau minérale naturelle pour l'alimentation des nourrissons	L'eau, non effervescente, doit avoir une teneur en nitrates (NO_3^-) inférieure ou égale à 15 mg/L et une teneur en nitrites (NO_2^-) inférieure ou égale à 0,05 mg/L	Talians, Hépar, Vittel, Contrex, Thonon, Évian, Plancoet, Abatilles, Valvert, Volvic

Tableau 108 ■ Composition de quelques eaux minérales naturelles vendues en France (Teneurs exprimées en mg/litre).

Eau minérale	Calcium Ca^{2+}	Magnésium Mg^{2+}	Sodium Na^{+}	Bicarbonates HCO_3^{-}	Sulfate SO_4^{2-}	Fluor F^{-}	Nature
Eaux plates							
Hépar	555	110	14	403	1 479	0,4	Eau sulfatée calcique et magnésienne
Contrex	486	84	9,1	403	1 187	0,32	Eau sulfatée calcique et magnésienne
Talians	596	77	7	290	1 530	0,35	Eau sulfatée calcique et magnésienne
Vittel	202	36	3,8	402	306	0,28	Eau sulfatée calcique
Thonon	108	14	3	350	13	ND	Eau faiblement minéralisée
Évian	78	24	5	357	10	ND	Eau faiblement minéralisée
Valvert	67,6	2	1,9	204	18	< 0,05	Eau faiblement minéralisée
Volvic	9,9	6,1	9,4	65,3	6,9	ND	Eau faiblement minéralisée
Taillefine	250	50	ND	303	240	0,3	Eau calcique et magnésienne
Activ'	300	ND	ND	300	242	0,2	Eau calcique
Eaux pétillantes							
St Yorre	90	11	1 708	4 368	174	9	Eau bicarbonatée sodique
Vichy Célestins	103	10	1 172	2 989	138	6	Eau bicarbonatée sodique
Arvie	170	92	650	2 195	31	0,9	Eau calcique et magnésienne bicarbonatée sodique
Quézac	241	95	255	1 685,4	143	2,1	Eau calcique et magnésienne bicarbonatée sodique
Badoit	190	85	150	1 300	40	1	Eau calcique et magnésienne bicarbonatée
San Pellegrino	208	55,9	43,6	219,6	549,2	0,52	Eau sulfatée calcique et magnésienne
Salvétat	253	11	7	820	25	ND	Eau calcique bicarbonatée
Perrier	147,3	3,4	9	390	33	0,1	Eau faiblement minéralisée

- *saline* : la saveur dominante est provoquée par d'autres sels comme les chlorures de calcium ou de magnésium ;
- *amère* ;
- *rocheuse* : elle est siliceuse c'est-à-dire dotée d'un goût de silex ou de pierre à feu.

Les eaux minérales présentent aussi des différences dans leur texture. Ainsi, elles peuvent être :

- *légères* : elles ne provoquent aucune réaction lorsqu'on les remue en bouche ;
- *lourdes* : si elles semblent résister au mouvement lorsqu'on les remue en bouche ;
- *souples* : elles coulent facilement dans la bouche ;
- *râpeuses* : elles « accrochent » en bouche ;
- *résistantes* : elles « agressent » ou durcissent le palais.

Toutes ces différences influencent donc le consommateur dans son choix concernant une eau minérale.

Exemples concrets :

- Contrex : elle est riche en sels minéraux. C'est une eau alcaline qui envahit le palais et laisse une légère pointe d'amertume en bouche.
- Hépar : c'est une eau rocheuse en bouche avec une note d'amertume et qui dégage une légère alcalinité.
- Valvert : elle est fluide et discrète en bouche. Elle laisse aux papilles gustatives une sensation d'astringence suivie d'une impression de fraîcheur en fin de bouche.
- Vittel : c'est une eau calcique qui a une légère saveur saline et un caractère rocheux. Elle est légèrement amère.
- Perrier : ses bulles picotantes éclatent en bouche avec un effet de fraîcheur.
- San Pellegrino : elle est légère et pétillante mais elle laisse une petite note d'amertume.

▶ EFFETS THÉRAPEUTIQUES DES EAUX MINÉRALES NATURELLES

Grâce à leur composition minérale spécifique, les eaux minérales sont donc des boissons à visées diététiques voire à propriétés thérapeutiques (tableau 109).

3. *Les boissons rafraîchissantes sans alcool (BRSA)*

Ce sont des boissons à teneur inférieure à 0,5 % d'alcool en volume. Elles sont aussi appelées « ***soft drinks*** » (terme américain).

Elles peuvent participer à la couverture des besoins hydriques de l'organisme. Cependant, la teneur en sucre de certaines amène à contrôler la quantité consommée.

Tableau 109 ■ Effets thérapeutiques de quelques eaux minérales naturelles.

Caractéristiques	Quelques eaux minérales réputées	Effets thérapeutiques
Oligominérales (peu minéralisées)	Évian, Volvic, Plombières, Watviller	Diurétiques, Coupage à l'eau des biberons
Bicarbonatées et chlorées, sodiques, calciques et magnésiennes	Châtel-Guyon, Arvie	Stimulent les sécrétions biliaires et pancréatiques
Sulfatées, calciques et magnésiennes	Contrex, Vittel Grande source	Diurétiques (et laxatives)
Sulfatées, magnésiennes et calciques	Vittel, Hépar	Laxatives
Bicarbonatées sodiques et chlorurées sodiques	Vichy Célestins, Saint Yorre et toutes les eaux de Vichy	Alcalinisantes : amélioration du confort digestif, lutte contre l'acidité gastrique Stimulent les sécrétions biliaires et pancréatiques
Bicarbonatées calciques	Perrier, Badoit	Alcalinisantes
Calciques	Talians, Hépar, Contrex	Participation de manière significative à la couverture de nos besoins en calcium
Magnésiennes	Talians, Hépar, Contrex, Arvie, Quézac, Badoit	Antifatigue, lutte contre les spasmes digestifs et la constipation

3.1. Les boissons à base de fruits ou de légumes

3.1.1. Définitions

3.1.1.1. Jus de fruits

C'est le jus obtenu à partir de fruits par des procédés mécaniques. Il est non fermenté et doit posséder la couleur, l'arôme et le goût caractéristique du fruit dont il provient. Sa commercialisation se fait après **flash pasteurisation** et il est réfrigéré.

Sa DLC (date limite de consommation) est de 3 à 4 semaines. Il existe aussi des jus de fruits surgelés mais non pasteurisés.

3.1.1.2. Jus de fruits concentré

C'est un produit fabriqué à partir de fruits par élimination d'une partie de l'eau de constitution. La concentration doit être d'au moins 50 %.

3.1.1.3. Jus de fruits à base de concentré

Il est fabriqué à partir de jus de fruits concentré après :
- restitution de la proportion d'eau extraite du jus lors de la concentration ;
- restitution de son arôme.

L'addition de sucre est autorisée.

3.1.1.4. Nectars de fruits

Ce sont des produits fabriqués à partir de jus de fruits ou de jus de fruits concentré ou de purée de fruits ou de purée de fruits concentrée ou d'un mélange de ces produits... avec addition d'eau et souvent de sucre ou de miel.

3.1.1.5. Jus de fruits déshydraté

Il est fabriqué à partir de jus de fruits par élimination de la quasi-totalité de l'eau de constitution.

3.1.1.6. Jus de légumes

Ils sont fabriqués par pression de légumes non fermentés (ou s'il y a un début de fermentation la quantité d'alcool doit être inférieure à 1 % vol.).

3.1.1.7. Boissons aux fruits

Ce sont des boissons qui doivent contenir plus de 12 % de jus de fruits mais elles ne font en aucun cas partie des jus de fruits.

3.1.2. Étiquetage

3.1.2.1. Mentions obligatoires

Ce sont les suivantes :
- *le nom du fruit* si le produit est fabriqué avec une seule espèce de fruit ;
- *l'énumération des différents fruits utilisés* par ordre décroissant si le produit est fabriqué avec plusieurs espèces de fruits ;
- *la quantité d'eau à ajouter* pour reconstituer les jus de fruits concentrés ou déshydratés ;
- *le degré de concentration* pour les jus de fruits concentrés ;
- *« à base de ... concentré »* pour les jus de fruits à base de concentré.

3.1.2.2. Dénominations et mentions

- La dénomination « *frais* » signifie que le jus n'a subi aucun traitement physique ou de stabilisation après leur extraction ou leur broyage telles que la filtration ou la pasteurisation. Leur réfrigération est nécessaire et leur DLC est courte.

- La dénomination « *pur jus de fruits* » signifie que le jus n'a subi l'addition d'aucun produit même de sucre. Il a été obtenu ni par concentration, ni à partir de matières premières concentrées.
- La dénomination « *salé* » signifie que le jus de légumes a été additionné de sel dont la quantité doit être précisée en g/L si celle-ci est supérieure à 1 g/L.
- La mention « 100 % jus de fruits » signifie qu'il ne s'agit ni d'un nectar ni d'une boisson aux fruits. On peut donc y ajouter, à condition que cette mention soit indiquée, du sucre dont la quantité sera mentionnée au-dessus de 50 g/L.

3.1.3. Fabrication des jus de fruits

- *Traitements préliminaires* : lavage, parage des fruits...
- *Extraction du jus.*

Pour les jus de fruits frais : réfrigération jusqu'à la consommation.

- *Pasteurisation* :
- 70 °C pendant 15 minutes pour les jus en récipients en verre ;
- ou éclair : flash pasteurisation c'est-à-dire à 105 °C pendant 3 minutes pour les emballages en carton.
- *Conditionnement.*
- *Éventuellement réfrigération* à une température inférieure à 2 °C.

3.1.4. Stabilité microbiologique

La pasteurisation détruit :
- la plupart des enzymes ;
- les levures ;
- les bactéries lactiques et acétiques ;
- les micro-organismes à thermorésistance assez faible mais non inhibés au pH inférieur à 4 des fruits.

Ce milieu évite aussi la multiplication des moisissures aérobies.

3.1.5. Valeur nutritionnelle des jus de fruits et de légumes

3.1.5.1. Composition moyenne

Voir tableau 110.

Tableau 110 ■ Valeurs nutritionnelles moyenne des boissons à base de fruits et de légumes pour 100 ml.

Composants	Jus de fruits	Jus de fruits à base de concentré	Nectar de fruits	Jus de légumes
Protéines (g)	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Lipides (g)	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Glucides (g)	12	10	20	5
VE (kJ)	200	170	220	85
VE (kcal)	50	40	53	20
Na (mg)	1	1,5	2,5	160
K (mg)	35	150	85	250
Ca (mg)	10	10	5	20
Vitamine C (mg)	5-50	20	10	10
Carotènes (mg)	15-330	20	70	6 015

3.1.5.2. Intérêts nutritionnels

Le seul apport énergétique est représenté par les glucides dont la teneur varie de :
- 10 à 17 % pour les jus de fruits ;
- ~ 20 % pour les nectars ;
- 10 à 12 % pour les autres boissons aux fruits ;
- ~ 5 % pour les jus de légumes.

Les sucres ajoutés sont du glucose, du fructose ou du saccharose selon le pouvoir sucrant recherché.

Les jus de fruits sont aussi source de :
- *vitamine C* : les teneurs sont variables d'autant plus si les boissons sont à teneur garantie en cette vitamine ;
- *potassium* ;
- *carotènes* : là encore, les teneurs sont très variables selon le jus concerné ;
- *calcium* ;
- *acide folique*.

3.2. Autres boissons rafraîchissantes sans alcool

3.2.1. Les sodas

3.2.1.1. Définition

Ce sont des boissons gazeuses constituées d'eau et de gaz carbonique additionnés de jus de fruits ou concentré de fruits ou pulpe de fruits ou extraits naturels de fruits et généralement de sucre.

3.2.1.2. Les différents types de sodas

▶ SODAS COLAS

Ils subissent l'adjonction d'extraits de plantes. Ils existent avec caféine (15 mg/100 ml) ou sans caféine. Le colorant utilisé est le caramel.

Exemples : Coca-cola®, Pepsi-Cola®.

▶ SODAS TONICS

Ils sont fabriqués à partir d'eau gazéifiée, d'huiles essentielles d'agrumes ou d'extraits de végétaux.

Exemples : Fanta®, Sprite®.

▶ SODAS BITTERS

Bitter signifie amer en anglais. Ils sont fabriqués à partir de jus d'agrumes ou d'extraits d'agrumes ou de végétaux.

Exemple : Schweppes®.

3.2.1.3. Valeur nutritionnelle moyenne des sodas

Tableau 111 ■ Valeurs nutritionnelles moyennes de quelques boissons rafraîchissantes sans alcool pour 100 ml.

Composants	Limonade	Soda au cola	Soda au cola aux édulcorants	Soda aux fruits	Sirop aux extraits de fruits
Eau	90,5	90	99,8	89	35
Protéines (g)	–	–	–	–	–
Lipides (g)	–	–	–	–	–
Glucides (g)	9,5	10	–	11	65
VE (kJ)	160	170	1	190	1 100
VE (kcal)	40	40	–	45	260
Na (mg)	3	9	5	10	–

3.2.2. Les boissons gazeuses non sucrées

Elles sont composées d'eau gazeuse ou gazéifiée additionnée d'extraits de végétaux (fruits, plantes aromatiques).

Exemples : Badoit® citron/orange/pamplemousse/menthe.

Leur apport énergétique est négligeable.

3.2.3. Les boissons aromatisées à base d'eau minérale naturelle

Leur teneur en eau varie de 85 à 99,5 %. Elles sont peu caloriques mais peuvent contenir jusqu'à 8,5 % de glucides. En général, elles ne sont pas édulcorées.

Exemples

Tableau 112 ■ Valeurs nutritionnelles moyennes de quelques boissons aromatisées à base d'eau minérale naturelle pour 100 ml.

Marque	% d'eau	Énergie (kcal/kJ)	Glucides (g)	Contient du saccharose	Contient des édulcorants
VOVIC goût Citron-Citron vert, Orange douce	99,3	3,4/14,2	0,6	Oui	Non
VOLVIC Magique goût Fraise, Pêche-Orange	93	23,3/97	5,5	Oui	Non
PTIT VITTEL Fraise, Grenadine	85	32,5/137	8,2	Oui	Non
PTIT VITTEL Citron	85	34/142	8,5	Oui	Non
PTIT VITTEL Menthe	85	32/134	8	Oui	Non
CONTREX Pêche-Orange-Fleur d'Oranger, Poire-Vanille des Iles	99,5	< 1/4	0	Non	Aspartame et acésulfame K

3.2.4. *Les boissons à base d'eau minérale naturelle aromatisées au jus de fruits*

Leur teneur en eau varie de 85 à 93 %. Elles sont moins riches en glucides que les précédentes (jusqu'à 4,2 % de glucides) et contiennent plus souvent des édulcorants.

Tableau 113 ■ Valeurs nutritionnelles moyennes de quelques boissons à base d'eau minérale naturelle aromatisées aux jus de fruits pour 100 ml.

Marque	% d'eau	Énergie (kcal/kJ)	Glucides (g)	Contient du saccharose	Contient des édulcorants
VOVIC goût Thé Citron, Pêche	93	18/75,2	4,2	Oui	Non
VITTEL Fruits Orange-Pamplemousse	85	15/64	3,7	Oui	Non
VITTEL Fruits Framboise-Myrtille	85	16/68	4	Oui	Non
CONTREX Ligne et Beauté	83	6,8/26,9	1,5	Non	Aspartame et acésulfame K
CONTREX Ligne et Tonus	85	4,8/20,7	1	Non	Aspartame et acésulfame K

3.2.5. *Les boissons aux édulcorants de synthèse ou « boissons light »*

Ce sont des boissons aux fruits ou des sodas. Elles feront l'objet d'une étude dans le chapitre concernant les produits allégés. Les édulcorants utilisés sont l'aspartame et l'acésulfame de potassium.

3.2.6. Les sirops

Ce sont des solutions concentrées et aromatisées obtenus par dissolution de matières glucidiques dans de l'eau. Leur forte teneur en sucre (600 g/L) diminue l'activité de l'eau leur assurant ainsi une longue conservation.

Leur *valeur nutritionnelle* est donnée dans le tableau 111.

Leur *utilisation* se fait de la manière suivante : un volume de sirop pour 7 volumes d'eau soit 10 à 15 % de glucides une fois reconstitué. Ils peuvent contenir :

- des colorants ;
- des extraits naturels de fruits ou de plantes (*exemple* : menthe) ;
- des additifs (*exemple* : l'acide citrique).

3.2.7. Les boissons au lait et au jus de fruits

Ce sont des produits à base de jus de fruits et de lait écrémé qui ne représentent, pour la plupart du temps, qu'un quart du produit. Ces nouveaux produits auraient pu être une alternative au problème de la consommation de calcium chez les enfants notamment. Cependant, leur taux de sucre élevé nécessite de contrôler leur consommation. Il est cependant apparu certaines versions allégées en sucre.

Leur valeur nutritionnelle moyenne est la suivante :

- glucides : 11 % ;
- protéines : négligeables ;
- lipides : négligeables ;
- certains sont aussi enrichis en vitamine C.

4. Les boissons toniques ou excitantes

Ce sont des boissons douées d'un effet psychostimulant.

4.1. Le café

4.1.1. Origine du café

Le café est une graine extraite d'un fruit appelé **dupe ou cerise** à cause de sa couleur rouge. Il provient d'un arbre appelé le **caféier** dont la hauteur varie de 2 à 12 m et qui a besoin de chaleur et d'humidité pour se développer.

Il existe deux grandes catégories de café :

- *l'arabica* : la graine mesure 8 à 12 mm et est de forme allongée et plate. Il est cultivé à haute altitude en Amérique centrale et en Amérique du sud (Brésil, Colombie, Équateur et Venezuela) Il possède une faible teneur en caféine et donne un café au goût fin et parfumé ;
- *le robusta* : la graine mesure 5 à 8 mm et elle est de forme arrondie. Comme son nom l'indique, il est plus vigoureux que l'arabica et peut donc être cultivé à basse altitude. Il est principalement produit dans les pays d'Afrique

(côte d'Ivoire, Cameroun, Ouganda, Angola, Zaïre, Madagascar) et en Indonésie. Sa teneur en caféine est le double de celle de l'arabica et il donne un café au goût moins raffiné et de saveur plus âcre.

4.1.2. Obtention du café

Les différentes étapes sont les suivantes :

1) *Usinage* c'est-à-dire élimination des enveloppes de la dupe. Celui-ci se fait selon deux techniques :

- *par voie humide* (arabica essentiellement) grâce à une fermentation qui désagrège la pulpe qui sera ensuite séchée ;
- *par voie sèche* par séchage au soleil (robusta essentiellement).

2) *Torréfaction* : c'est un rôtissage à sec à haute température (210-230 °C) pendant environ 10 minutes qui provoque :

- un changement de couleur des grains qui passent du vert au brun-noir en fonction de la durée de torréfaction ;
- une perte de poids d'environ 20 % ;
- un gonflement du grain ;
- une facilitation du broyage ultérieur ;
- un développement de l'arôme à partir des glucides (caramélisation), des protéines et des tanins présents dans les grains ;
- des synthèses chimiques : ainsi, on assiste par exemple à une multiplication par 15 de la teneur en vitamine B_3.

3) *Dégazage* : celui-ci a lieu pendant :

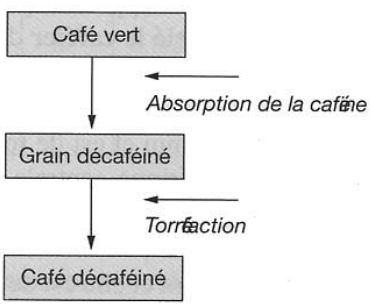
- quelques heures pour le café moulu ;
- plusieurs jours pour le café en grains.

4) *Conditionnement obligatoire* qui a pour but :

- la conservation de l'arôme ;
- la protection vis-à-vis de l'oxygène et de l'humidité.

La DLUO du café est de 2 à 6 mois et de 12 à 15 mois si celui-ci est sous vide.

Remarque : l'obtention du café décaféiné se fait de la manière suivante :



La teneur en caféine diminue ainsi de 10 à 20 %.

4.1.3. Composition (tableau 114)

Tableau 114 ■ Composition du café et du thé pour 100 ml.

Composants	Café noir	Thé infusé
Eau (g)	99,3	99,9
Énergie (kcal)	2	0
Protéines (g)	0,2	Négligeable
Lipides (g)	Négligeable	Négligeable
Glucides (g)	0,3	Négligeable
Potassium (mg)	66	19
Calcium (mg)	2	–
Phosphore (mg)	2	1
Vitamine B3 (mg)	0,7	0,1

4.1.3.1. Teneur en caféine

Arabica : 0,8-1,4 % (1 % en moyenne).
Robusta : 2-3 %.

Une tasse de café de 150 ml faite avec :
- 6 g d'Arabica contient environ **60 mg** de caféine ;
- 6 g de Robusta contient environ **150 mg** de caféine ;
- 10 g d'Arabica contient environ **100 mg** de caféine ;
- 10 g de Robusta contient environ **250 mg** de caféine.

Une tasse de café décaféiné contient 1 à 3 mg seulement de caféine.
La teneur en caféine varie donc en fonction :
- de la variété du café ou du mélange utilisé ;
- de la quantité utilisée pour la préparation ;
- de la finesse de la mouture ;
- de la température de l'eau et de son temps de passage ;
- du mode de préparation.

Remarque : 300 mg de caféine sont considérés comme une consommation quotidienne modérée.

4.1.3.2. Autres composants

Environ 70 % des minéraux du café se solubilisent dans l'eau chaude. Ainsi, le café contient des quantités non négligeables de potassium (66 mg/100 ml) et de vitamine B3 (0,7 mg/100 ml) : 200 ml de café couvre 30 % des apports nutritionnels conseillés en cette vitamine.

Le robusta est deux fois plus minéralisé que l'Arabica.

Le café contient cependant des tanins qui diminuent l'absorption du fer.

Enfin, il est riche en polyphénols : 130 à 300 mg/100 ml.

4.1.4. Différentes appellations

4.1.4.1. Café

C'est une boisson obtenue à partir d'eau potable et de café torréfié. La quantité de café utilisé doit être supérieure à 5 g pour 100 ml de boisson.

4.1.4.2. Café express ou expresso

La teneur de café moulu utilisé doit être de 7 g pour 100 ml de boisson.

4.1.4.3. Café instantané

C'est une boisson obtenue à partir de café déshydraté auquel il suffit d'ajouter de l'eau.

4.2. Le thé

4.2.1. Origine du thé

Le thé provient du **théier** qui est un arbre à feuillage persistant qui pousse essentiellement dans les régions tropicales. Le thé est une plante riche en polyphénols responsables de son arôme. Les meilleurs thés sont obtenus lorsque l'on cueille le bourgeon terminal et les deux feuilles qui le suivent.

Il existe différentes catégories de thé :

- *le thé vert* : il est non fermenté ;
- *le thé noir* : il subit une fermentation (c'est le plus consommé) ;
- *le thé semi-fermenté ou oolong* : c'est une spécialité taïwanaise très consommée aux États-Unis ;
- *le thé parfumé* : on ajoute en plus de leur propre parfum celui d'autres plantes.
  Exemples : bergamote, citron, mandarine, cassis, fruits rouges, fruits de la passion, vanille, miel…

4.2.2. Usinage du thé

Il permet de développer les arômes du thé. Il est important de noter que c'est le traitement des feuilles qui caractérise le thé vert ou noir et non le théier sur lequel elles ont été cueillies comme on le croit souvent.

4.2.2.1. Obtention du thé vert

1) *Chauffage rapide à 100 °C* permettant la destruction des enzymes.

2) *Mélange* des feuilles.

3) *Séchage* ce qui permet d'arrêter l'action enzymatique et d'empêcher la fermentation.

4.2.2.2. Obtention du thé noir

1) *Flétrissage* à 20-30 °C pendant 12 à 24 heures qui a pour but :
- de diminuer la teneur en eau de moitié ;
- d'assouplir les feuilles.

2) *Roulage* qui permet :
- de briser les tissus des feuilles du thé sur un rouleur ;
- d'initier des réactions enzymatiques.

3) *Fermentation* à une température de 25 °C et une hygrométrie de 95 à 98 %.
Les feuilles s'oxydent à l'air et leur arôme commence à se développer tandis que leur couleur vire au brun roux.

4) *Dessiccation*
Cette opération stoppe la fermentation qui risquerait de corrompre la feuille si celle-ci allait jusqu'à son terme. On place alors les feuilles dans un four à 85-90 °C pendant 20 minutes environ. Le thé est alors consommable.

5) *Triage et emballage*
Les feuilles sont séparées par grade (taille de la feuille) grâce à un passage sur un tamis.

4.2.3. État des feuilles

Elles peuvent être sous différentes formes :
- *entières (pekoe)* : les feuilles utilisées seront plus ou moins âgées ;
- *brisées (broken)* : on utilise les mêmes feuilles que précédemment mais le thé obtenu est plus économique car on fabrique davantage de boisson pour un même poids ;
- *brisures plus fines* : elles seront utilisées pour les sachets.

4.2.4. Composition (tableau 114)

4.2.4.1. Les composants caractéristiques du thé

- ***Les alcaloïdes***

Ils sont au nombre de trois :
- la caféine ou théine : sa teneur varie de 30 à 60 mg par tasse. Cette teneur est dix fois supérieure aux deux autres alcaloïdes mais reste inférieure à la même quantité de café. De plus, elle s'associe aux tanins et aux flavonoïdes du thé qui ralentissent alors sa diffusion dans l'organisme. Libérée ainsi plus

progressivement, elle agit de manière moins brutale. C'est pourquoi, le thé stimule et n'énerve pas comme le café ;

- la théobromine
- la théophylline

} Elles ont un effet diurétique plus important que la caféine mais sont moins excitantes.

Remarque : il existe aussi du thé déthéiné privé d'une grande partie de sa caféine.

- ***Les polyphénols***

Ils ont des propriétés astringentes et sont responsables de l'amertume du thé mais l'étape de fermentation utilisée pour la fabrication du thé noir diminue leur quantité. Les tanins ralentissent le transit digestif. C'est pourquoi, une forte consommation de thé peut provoquer une constipation ou être utilisée dans le cas de diarrhées. Ils se complexent aussi avec certains minéraux (fer, magnésium, manganèse) ce qui diminue leur biodisponibilité. Par exemple, pris au cours du repas, le thé peut inhiber de 60 à 70 % l'absorption du fer alimentaire. Il est donc préférable de boire du thé entre les repas. Ainsi, si l'on souhaite diminuer la quantité de tanins libérés il est conseillé de ne pas laisser infuser le thé plus de 4 minutes.

- ***Les flavonoïdes***

Un tiers de la masse sèche des feuilles de thé est constitué de flavonoïdes dont 80 % sont libérés dans la tasse en moins de 4 minutes d'infusion. Leur quantité est plus importante dans le thé noir. Ils augmentant la résistance capillaire et exercent un effet protecteur vis-à-vis de la vitamine C (cet effet est d'autant plus marqué dans le thé au citron).

Ce sont donc de puissants anti-oxydants car ils sont 4 fois plus actifs que la vitamine C et que la vitamine E. Ainsi, des études significatives ont démontré que les flavonoïdes du thé noir sembleraient associés au maintien de la bonne santé cardiovasculaire en diminuant les phénomènes de thrombose.

4.2.4.2. Autres composants

Le thé contient certains minéraux en quantité non négligeable tels que le fluor. Il est intéressant de noter que l'eau utilisée pour la fabrication du thé peut augmenter la teneur finale en minéraux. Il renferme cependant des oxalates qui, comme les tanins, chélatent les minéraux et diminuent leur absorption.

Remarque : il a été démontré qu'à plus de 55 °C, le thé entraîne une irritation de l'œsophage qui multiplie par deux ou par trois le risque de cancer.

4.3. Les effets de la caféine

Elle agit principalement en supprimant l'action dépressive de l'adénosine sur le système nerveux.

4.3.1. Effets sur le comportement

Elle améliore :
- la vigilance ;
- la coordination des mouvements simples ;
- l'endurance ;
- les performances pour les actes répétitifs ;
- la rapidité et la disponibilité des données mémorisées ;
- les activités physiques de longue durée.

Remarque : cependant il a été démontré que des doses même modérées de caféine augmentent les niveaux d'adrénaline et de noradrénaline dans le sang qui sont deux neurotransmetteurs qui contribuent aux manifestations du stress. La caféine augmente aussi le taux de cortisol qui est une hormone sécrétée en réaction à un stress.

4.3.2. Effets sur le sommeil

- Elle augmente le délai d'endormissement ;
- le sommeil est moins profond ;
- le seuil de réveil est abaissé.

Cependant, ces perturbations diminuent chez le buveur chronique de café.

4.3.3. Effets de dépendance

Une forte consommation de caféine peut entraîner certains effets de dépendance.

4.3.4. Effets sur le système cardiovasculaire

La caféine provoque :
- une augmentation du débit cardiaque ;
- une augmentation de la fréquence cardiaque lors de fortes consommations ;
- une vasodilatation des artères coronaire lors de fortes consommations ;
- une augmentation transitoire de la tension artérielle chez les buveurs occasionnels de café ou chez les personnes dont la tension artérielle est déjà modérément élevée.

4.3.5. Autres effets

Les effets suivants ont pu être observés :
- stimulation de la glande thyroïde d'où légère augmentation du métabolisme de base ;
- stimulation de la dégradation des lipides ;
- action diurétique ;

– augmentation des sécrétions de gastrine (hormone qui stimule les sécrétions digestives).

4.4. Critères de diagnostic de caféinomanie

Tableau 115 ■ Critères de diagnostic de caféinomanie.

Signes évocateurs	Symptômes possibles au sevrage
Impatience, nervosité, anxiété, irritabilité, excitation Troubles du sommeil Tremblements, sursauts musculaires Polyurie Palpitations, extrasystoles, arythmie, tachycardie Troubles sensoriels, hyperesthésie, accélération du cours de la pensée ou du débit verbal Périodes d'infatigabilité	Céphalées Fatigue (diminution des performances psychomotrices) Irritabilité, nervosité Léthargie, hypersomnie

12

Herbes, épices et condiments

Introduction : définitions

Les **fines herbes** sont des plantes herbacées des régions tempérées, cultivées couramment dans les potagers.

Les **épices** sont des substances aromatiques provenant de plantes qui poussent dans les régions tropicales, dont la saveur est plus ou moins parfumée, chaude et piquante.

Quant au mot **condiment**, il désigne tout produit qui relève le goût des aliments.

1. Les fines herbes

1.1. L'aneth

L'aneth est utilisée pour aromatiser vinaigres, cornichons, sauces froides et salades variées. Elle est aussi idéale pour les marinades de saumon et de hareng. Elle se marie bien avec le céleri-rave, la betterave, le concombre, la crème fraîche et le fromage à la crème.

1.2. Le basilic

C'est une herbe très utilisée dans les cuisines méditerranéennes, thaïlandaises et vietnamiennes. Le basilic est l'herbe par excellence pour relever les tomates et les pâtes alimentaires. C'est aussi l'assaisonnement de base de la soupe au pistou et du pesto italien. Il aromatise délicatement l'huile.

1.3. Le laurier

Les feuilles de cet arbre s'utilisent entières ou émiettées. En cuisine, on les utilise séchées, avec parcimonie. Elles aromatisent bien les plats mijotés, les farces et les marinades et sont un ingrédient indispensable du bouquet garni.

1.4. Le cerfeuil

Le cerfeuil possède une saveur légèrement anisée et constitue un aromate particulièrement raffiné. Avec le persil, l'estragon et la ciboulette, le cerfeuil compose le mélange nommé « fines herbes » traditionnel en cuisine française. Il aromatise potages, vinaigrettes, sauces (béarnaise, gribiche), salades, légumes, crudités, plats froids et poissons.

1.5. Le persil

Il existe trois espèces principales de persil : le persil frisé, le persil plat (dont la saveur est moins amère) et le persil bulbeux (cultivé pour ses racines blanches). Le persil est l'un des éléments du bouquet garni et l'ingrédient principal du taboulé. Les racines se préparent comme le navet ou la carotte : on les utilise dans les soupes et les ragoûts.

1.6. La coriandre

La coriandre fraîche ressemble au persil plat ; elle s'utilise comme le persil et le cerfeuil. Les graines de coriandre, dont l'odeur est musquée et citronnée, assaisonnent fruits de mer, poissons, riz, currys, marinades et certains gâteaux. Elles sont très utilisées dans la cuisine orientale.

1.7. La menthe

Cette herbe assaisonne légumes, viandes, gibiers et crèmes glacées. La menthe verte fraîche enveloppe les rouleaux de printemps et accompagne le taboulé. Elle aromatise aussi salades, sauces et thé.

1.8. La citronnelle

La citronnelle possède une saveur citronnée et est particulièrement prisée dans les cuisines asiatiques car elle se marie bien avec le gingembre mais aussi la noix de coco ; l'ail, l'échalote et le piment.

1.9. Les herbes de Provence

C'est un mélange d'herbes aromatiques qui poussent dans le sud de la France. Composées d'origan, de sarriette, de thym, de romarin et de marjolaine, elles

parfument les plats de la région méditerranéenne, et plus particulièrement les mets à base de tomates, les ragoûts et les viandes à griller.

1.10. La pimprenelle

C'est une herbe dont la saveur rappelle un peu celle du concombre. Les feuilles accompagnent les plats de poulet et de fruits de mer et sont aussi utilisées dans les salades, les légumes et les potages ainsi que dans les marinades et les salades de fruits. Elles sont vendues sous forme fraîche ou séchée.

1.11. La mélisse

La mélisse accompagne bien les aliments âcres. Elle est très prisée dans les pays asiatiques. Elle aromatise les currys indiens, les soupes et les sauces ; elle assaisonne aussi salades composées, riz, poissons, compotes et jus de fruits.

1.12. L'origan

Variété sauvage de la marjolaine, sa saveur est un peu plus prononcée. Il est indispensable dans la cuisine méditerranéenne et aromatise les mets à la tomate. Une branche d'origan dans une bouteille d'huile ou de vinaigre les parfumera. Le mélange d'herbes appelé « herbes de Provence » comprend de l'origan.

1.13. La sarriette

Plante originaire de la région méditerranéenne, la sarriette aromatise le vinaigre et les fromages de chèvre. Elle rehausse à merveille les légumineuses, mais aussi les salades, potages, ragoûts, viandes, gibiers et farces. C'est la compagne idéale du cerfeuil et de l'estragon.

1.14. Le romarin

Le romarin possède une saveur piquante et parfumée assez prononcée. Il est très estimé dans le sud de la France et en Italie où on l'introduit aux soupes, farces, sauces et marinades. Il aromatise les grillades de viande tels l'agneau, la volaille et le gibier rôtis en brochette. On le retrouve dans le mélange « herbes de Provence ».

1.15. La marjolaine

L'odeur et la saveur de cette herbe rappellent la menthe et le basilic. Elle est indispensable dans les cuisines italiennes et provençales pour lesquelles elle aromatise les mets à la tomate, les vinaigrettes, les farces, les légumes, les poissons, les légumineuses, les œufs, la viande et la volaille. On l'incorpore aussi dans le mélange d'herbes appelé « herbes de Provence ».

1.16. La sauge

La saveur piquante de la sauge aromatise de nombreux aliments. On l'utilise avec les viandes blanches, le rôti de porc et les soupes de légume.

1.17. L'estragon

C'est une plante aromatique qui occupe une place de choix dans la cuisine française. L'estragon aromatise les œufs, les poissons, les fruits de mer, les salades, les moutardes, les vinaigres et cornichons. Avec sa saveur anisée, un peu amère et poivrée, il assaisonne bien les aliments fades d'autant plus qu'il supporte bien la cuisson. Souvent associé au poulet, il est aussi un élément indispensable de la sauce béarnaise. Il agrémente également les sauces gribiche, ravigote et tartare.

1.18. Le thym

C'est une plante aromatique originaire de la région méditerranéenne qui se marie bien avec les sauces, œufs, légumes, farces, viandes et poissons grillés. Frais ou séché, il résiste bien à la cuisson : c'est le compagnon idéal des ragoûts, civets, soupes, cassoulets, daubes, sauces tomate et courts bouillons. Il est aussi l'un des composants du bouquet garni.

1.19. La ciboulette

La ciboulette appartient à la famille de l'oignon souvent utilisée pour assaisonner un grand nombre de mets, aussi bien chauds que froids. Il est préférable de ne pas la cuire et de ne l'ajouter qu'au moment de servir.

2. *Les épices*

2.1. L'anis

Les graines d'anis aromatisent gâteaux, biscuits, pains, salades, soupes, légumes, poissons et volailles. On l'utilise aussi en confiserie, en liquoristerie dans la fabrication du pastis (France), de l'anisette (Afrique du Nord), de l'ouzo (Grèce), du raki (Turquie), de l'arak (Égypte) et de la Sambuca (Italie).

2.2. La baie de genièvre

Fruit du genévrier, la baie de genièvre possède un parfum résineux, un goût relevé et une saveur un peu amère. Elle aromatise les marinades, le gibier, la volaille, le porc, la choucroute et les pâtés. Elle fait partie des mets dits « à la liégeoise » ou « à l'ardennaise ». C'est aussi un élément indispensable du gin.

2.3. Le gingembre

C'est un rhizome dont la pulpe très aromatique est piquante. Le gingembre frais est un aliment de base des cuisines asiatiques ; il aromatise sauces, viandes, poissons, fruits de mer, riz, tofu et potages. On en fait aussi de la confiture et des friandises confites. Au Japon, le gingembre mariné accompagne les sushis et les sashimis. En Occident, le gingembre moulu parfume gâteaux, biscuits, pain d'épices et compotes.

2.4. La cannelle

Écorce séchée du cannelier, la cannelle aromatise gâteaux, tartes aux pommes, brioches, puddings et compotes. On peut aussi l'ajouter au vin chaud.

2.5. Le curry

Le curry contient plusieurs ingrédients (cannelle, coriandre, cumin, cucurma, gingembre, muscade, clou de girofle) et constitue la base de la cuisine indienne.

2.6. Le cucurma

C'est un rhizome semblable au gingembre aussi nommé « safran des Indes » car il a la même propriété colorante que le safran. C'est l'un des éléments des currys ainsi qu'un ingrédient de la sauce anglaise Worcestershire.

2.7. Le cumin

Le cumin possède une forte odeur et une saveur chaude un peu amère. Les cuisines arabe, indienne et mexicaine en font grand usage. Il aromatise ainsi soupes, légumes, riz, légumineuses, ragoûts, bœuf, marinades et pâtisseries. On le retrouve ainsi dans les tajines et les couscous et c'est l'un des ingrédients de l'assaisonnement du chili et du curry.

2.8. Le clou de girofle

Le clou de girofle est une épice qui provient du bouton floral séché du giroflier. Il orne les oranges et les oignons dans les bouillis et les braisés et assaisonne aussi les compotes de fruits, les marinades et parfume le café. Moulu, il aromatise charcuteries, pains de viande, desserts, fruits à l'eau-de-vie et vins chauds.

2.9. Les graines de pavot

Ces graines de couleur gris-bleu foncé possèdent une saveur de noisette qui s'accroît à la cuisson. Elles aromatisent pains, gâteaux et pâtisseries orientales.

2.10. Le paprika

Le paprika est une poudre de poivrons rouges déshydratés. Cette épice s'utilise avec les œufs, la volaille, les fruits de mer, la mayonnaise et les fromages frais.

2.11. La muscade

Cette épice issue du râpage de la noix de muscade aromatise les mets à base de pommes de terre, d'œufs et de fromages, les sauces, compotes et desserts.

2.12. Le poivre

Les grains de poivre vert, noir ou blanc correspondent à différents stades de mûrissement, le poivre noir étant le plus piquant.

On peut aussi trouver du poivre rose qui provient d'une espèce différente dont la saveur est délicate.

Les grains entiers aromatisent charcuteries, courts-bouillons, marinades, pâtés et fromages.

2.13. La réglisse

La réglisse est extraite des racines d'une plante vivace du sud de l'Europe. Elle est très utilisée en confiserie mais peut aussi être infusée.

2.14. Le safran

C'est une variété de crocus dont les fleurs produisent trois filaments qui seront séchés. Le safran assaisonne et colore potages, ragoûts, riz, currys, couscous, pâtisseries. Il est indispensable dans la bouillabaisse, la paella et le risotto alla milanese.

2.15. Les piments

Ce sont des fruits de plantes d'Amérique du sud et d'Amérique centrale dont la saveur piquante, brûlante même, provient de la capiscine ; substance qui fait saliver et qui facilite la digestion.

Pour atténuer son effet piquant, il est préférable d'ingérer du yaourt, du pain, du riz cuit, du sucre et des sucreries, ce qui est beaucoup plus efficace que l'eau car celui-ci ne se dissout pas dans celle-ci.

Le piment assaisonne une grande variété d'aliments et entre dans la composition de nombreux condiments. Le piment moulu entre également dans la composition des poudres de curry et du ketchup.

Lorsque l'on manipule les piments, il faut éviter de se toucher le visage, les lèvres et les yeux car cela peut provoquer des irritations.

3. *Les condiments*

3.1. Le raifort

Le raifort est une plante dotée d'une racine qui ressemble au panais. Il se mange cru, mariné ou cuit mais on l'utilise surtout en condiment. Haché, il peut être incorporé aux sauces, vinaigrettes. Il peut aussi être utilisé en sauce et relever le goût des ragoûts, poissons fumés et fruits de mer.

3.2. La câpre

La câpre est le bouton floral du câprier, vendue le plus souvent en saumure ou conservée dans du vin. Plus elle est petite, plus sa saveur est délicate et son arôme prononcé. Sa saveur aigrelette relève le parfum des mayonnaises, salades et sauces froides comme la rémoulade.

3.3. Le coulis de tomates

C'est une purée de tomate de consistance plus ou moins épaisse, préparée à partir de tomates concassées, d'ail, d'oignons, d'échalotes et d'herbes aromatiques. Utilisé chaud ou froid, il sert souvent de sauce dans les plats de poissons et de légumes.

3.4. Le concentré de tomate

C'est une pâte épaisse obtenue après réduction d'un coulis de tomates qui est très utilisée dans les sauces et les ragoûts. Il est aussi appelé purée de tomate ou pâte de tomate.

3.5. L'harissa

L'Harissa est un condiment à base de piment, d'huile, d'ail et d'épices. Il est indispensable au couscous et relève le goût des potages, salades, viandes, poissons, riz, sauces et mayonnaise. On l'utilise tel quel ou délayé dans du bouillon ou de l'huile d'olive et du citron.

3.6. Le sel

Le sel ou chlorure de sodium est un excellent agent de conservation (charcuteries, marinades, fromages, poissons), le sel stabilise la couleur, la saveur et la texture des aliments. Il contrôle aussi le développement des levures (pains, gâteaux, biscuits).

3.7. Le ketchup

C'est une sauce américaine épaisse de saveur aigre-douce plus ou moins épicée. Le plus souvent préparé à base de tomates, il est particulièrement apprécié avec les viandes et les frites mais il relève aussi les sauces, les ragoûts et accompagne très bien les croquettes de poissons, les œufs, le riz et les pâtes alimentaires.

En raison de la grande quantité de sucre qu'il contient, le ketchup présente une valeur énergétique élevée.

3.8. La sauce Tabasco®

C'est une sauce très piquante inventée et brevetée en Louisiane. Les piments rouges Tabasco sont écrasés et mis à macérer avec du sel dans des tonneaux de chêne ; ils séjournent ensuite dans du vinaigre avant d'être filtrés. La sauce Tabasco® se conserve indéfiniment et permet d'aromatiser des soupes, sauces, ragoûts, fruits de mer sachant que quelques gouttes suffisent pour assaisonner tout un plat.

3.9. La moutarde

La moutarde est obtenue par macération des graines de moutarde dans un liquide (vin, moût, vinaigre, eau) et leur réduction en pâte. Elle accompagne le lapin, le porc, le poulet et certains poissons avant leur cuisson. Elle est aussi à la base de sauces telles que la vinaigrette, la mayonnaise et la sauce rémoulade.

3.10. Les vinaigres

3.10.1. Le vinaigre de vin

C'est un vinaigre obtenu par la fermentation du vin.

Le vinaigre de vin blanc est excellent avec le poisson, les crustacés et les sauces fines comme la Hollandaise et la Béarnaise.

Le vinaigre de vin rouge relève le goût des aliments un peu fades : il agrémente ainsi bien le foie de veau et les apprêts de viandes rouges.

3.10.2. Le vinaigre aromatisé

C'est un vinaigre auquel on a ajouté des fines herbes et des épices.

3.10.3. Le vinaigre balsamique

C'est un vinaigre fabriqué avec du raisin blanc sucré. Sa couleur est brun foncé et sa saveur peu acide d'où son utilisation nature sur certains aliments chauds (viandes grillées, légumes...)

3.10.4. Le vinaigre de Xérès

C'est un vinaigre originaire d'Espagne tout comme le vin dont il est issu. Il est essentiellement employé dans la confection de vinaigrettes où il se combine très bien avec les huiles de noix.

3.10.5. Le vinaigre de riz

Très apprécié dans la cuisine asiatique, il provient de vins de riz aigres et fermentés. Il assaisonne les crudités, les soupes et les plats aigres-doux mais fait aussi partie de nombreuses marinades.

13

Les édulcorants

1. Introduction

Les **édulcorants** sont des substances douées d'un **pouvoir sucrant (PS)**. Le pouvoir sucrant est la capacité d'une substance à provoquer une saveur sucrée. Il existe donc une **échelle de pouvoir sucrant** selon les substances. Ainsi, le saccharose a été choisi comme sucre de référence pour définir cette échelle : on estime donc que *le saccharose a un PS égal à 1*.

Pour évaluer le PS d'une substance édulcorante, on calcule donc le rapport entre la quantité de saccharose et la quantité de cette substance nécessaire pour obtenir la même perception d'intensité du goût sucré. Par conséquent, tous les sucres naturels : saccharose, glucose, fructose sont des édulcorants.

Exemple : le glucose a un PS de 0,7 car il faudrait 14 g de glucose pour obtenir la même saveur sucrée qu'avec 10 g de saccharose (tableau 116).

C'est ainsi que des édulcorants de toutes sortes ont été découverts, exploités et ajoutés à nos aliments car l'homme a toujours cherché à donner ce goût sucré si agréable aux aliments. De plus, c'est un puissant facteur de stimulation de la prise alimentaire en particulier chez les enfants mais aussi chez les adultes, bien que des différences individuelles considérables existent quant à l'attirance pour le sucré.

Les édulcorants ont alors été classés en deux grands groupes :

- *édulcorants à pouvoir nutritif* :
  - glucose, fructose, galactose ;
  - saccharose, lactose, maltose ;

  } édulcorants naturels
  - sirops de glucose, sucre inverti, polyols : édulcorants dérivés de produits naturels

- *édulcorants intenses ou de synthèse* : ce sont des molécules obtenues à partir d'extraits végétaux ou modifiées chimiquement de façon à faire apparaître un fort PS.

Tableau 116 ■ Pouvoir sucrant des principaux édulcorants.

Groupe	Édulcorant	Pouvoir sucrant
Sucres naturels	Saccharose	1
	Fructose	1,2
	Glucose	0,7
	Maltose	0,6
	Lactose	0,25
Polyols	Sorbitol	0,5
	Mannitol	0,7
	Xylitol	1
Édulcorants de synthèse	Cyclamate	30
	Aspartame	200
	Acésulfame K	130 à 200
	Saccharine	400

2. *Édulcorants à pouvoir nutritif dérivés de produits naturels*

2.1. Produits issus de l'amidon : les sirops de glucose

Ils sont fabriqués à partir de l'hydrolyse d'amidon issu du maïs, du blé ou de la pomme de terre. Ils sont utilisés en association avec le saccharose dans les produits de *confiserie*, les *crèmes glacés* et les *biscuits*.

2.2. Les produits issus du saccharose

L'hydrolyse du saccharose en milieu aqueux donne un mélange de deux composés : le glucose et un ose appelé **sucre inverti** (qui correspond à du fructose ayant changé de configuration dans l'espace).

2.3. Les polyols ou « édulcorants de charge » ou « édulcorants massiques »

2.3.1. Présentation

Cette dénomination fait référence à l'effet de masse apporté par ces édulcorants.

Les polyols sont présents à l'état naturel dans de nombreux fruits, légumes et céréales. Cependant, leur extraction n'est pas rentable. C'est pourquoi, on les produit industriellement en hydrogénant divers glucides (amidon, saccharose).

2.3.2. Principaux polyols

- *Sorbitol, Mannitol, Xylitol* : ils proviennent de la dégradation de glucides simples ;
- *Isomaltose, Maltitol, Lactitol* : ils proviennent de la dégradation de disaccharides ;
- *Lycasin* (hydrogénation de l'amidon de maïs), *sirop de glucose hydrogéné* : ils proviennent de la dégradation de polysaccharides.

2.3.3. Propriétés des polyols

Leur pouvoir sucrant est en général plus faible que celui du saccharose (0,5 à 1). Leur valeur énergétique théorique est environ égale à celle du saccharose mais du fait de leur malabsorption, leur valeur énergétique réelle est inférieure à celle du saccharose : ainsi, 1 g de polyols libère 10 kJ (2,5 kcal).

Ils présentent une chaleur de dissolution plus forte que celle du saccharose et donnent ainsi en bouche une sensation de fraîcheur. Ils sont acariogènes c'est-à-dire qu'ils ne génèrent pas de caries dentaires. Consommés en quantité supérieure à 20-40 g/jour, ils peuvent provoquer des flatulences et des diarrhées. Leur consommation influence peu l'insulinémie et peu la glycémie.

2.3.4. Utilisation

Ils sont utilisés dans les produits de *confiserie*, les *biscuits*, les *glaces*, les *chewing-gums*.

3. Les édulcorants intenses ou édulcorants de synthèse

Ce sont des molécules nouvelles douées d'un pouvoir sucrant très important ce qui les fait utiliser en très faible quantité dans les produits industriels ou en édulcorants de table.

3.1. La saccharine ou sulfimide benzoïque

3.1.1. Description

C'est le premier édulcorant non calorique découvert en 1879. Son utilisation s'est fortement accrue au cours des deux guerres mondiales en raison de la pénurie de sucre.

3.1.2. Pouvoir sucrant ou édulcorant

Il est de 400 fois supérieur à celui du sucre.

3.1.3. Métabolisme

La saccharine est absorbée lentement ; elle n'est pas métabolisée et est rapidement excrétée telle quelle par les reins. Elle est donc sans pouvoir calorique.

3.1.4. Avantages

Elle permet de réduire la teneur calorique des denrées alimentaires et des boissons dans lesquelles elle est utilisée en remplacement du sucre. Elle est très stable et se conserve donc longtemps. Elle est acariogène et convient aux diabétiques.

3.1.5. Restrictions

Elle présente un léger arrière-goût métallique ce qui la rend amère. Elle est instable à la chaleur : son goût disparaît au chauffage.

3.1.6. Applications

La saccharine présente le plus large champ d'application et est ainsi utilisée dans les produits suivants :

- boissons instantanées
- limonades
- édulcorants de table
- crèmes glacées
- puddings et gelées
- chocolat
- conserves de fruits
- jus et thés glacés
- chewing-gums
- multivitamines
- produits laitiers
- bonbons, confiseries
- cidre
- sauces
- produits pharmaceutiques
- dentifrices et collutoires

3.1.7. Innocuité

Elle a été accusée d'augmenter le risque de cancer de la vessie mais a été innocentée dans de nombreuses études épidémiologiques. Cependant, elle est capable de passer à travers la barrière placentaire. C'est pourquoi, il doit être mentionné sur l'étiquetage : « **À consommer avec modération chez les femmes enceintes** ».

3.2. Le cyclamate

3.2.1. Description

C'est un édulcorant non calorique découvert en 1937.

3.2.2. Pouvoir sucrant

Il est de 30 fois supérieur à celui du saccharose.

3.2.3. Métabolisme

Chez certains individus, il est métabolisé de façon restreinte dans l'intestin mais son absorption par le corps est limitée et il est excrété tel quel par les reins.

3.2.4. Avantages

Il permet de réduire la teneur calorique des aliments dans lesquels il est utilisé en remplacement du sucre. Il est stable au stockage, convient à la cuisson, est acariogène et convient aux diabétiques.

3.2.5. Restriction

Il présente le **PS le plus faible** des édulcorants non caloriques.

3.2.6. Applications

Il est largement utilisé, particulièrement en association avec la saccharine dans les produits suivant :

- boissons instantanées
- limonades
- édulcorants de table
- thés glacés
- puddings et gelées
- chocolat
- confitures et marmelades
- chewing-gums
- conserves de fruits
- produits laitiers
- confiseries
- jus de fruits, de légumes
- produits pharmaceutiques

3.3. L'aspartame

3.3.1. Description

C'est un édulcorant faiblement calorique et donc considéré comme **virtuellement non calorique** dont le PS est environ **200 fois supérieur** à celui du sucre.

3.3.2. Composants

Il contient deux acides aminés : **l'acide aspartique et la phénylalanine**. Il existe sous forme de poudre ou de comprimés. La poudre est associée à un excipient (maltodextrine essentiellement) afin de lui donner un volume identique à celui du sucre (tableau 117).

Tableau 117 ■ Composition de l'aspartame.

	1 càc = 0,5 g	**1 comprimé = 0,06 g**
Glucides assimilables	0,483 g	0,033 g
Protides	0,015 g	0,026 g
VE	8,3 kJ/2 kcal	1 kJ/0,24 kcal
Aspartame	15 mg	20 mg

3.3.3. Avantages

Son goût est agréable.

Il permet de réduire la teneur calorique des denrées alimentaires et des boissons dans lesquels il est utilisé en remplacement du sucre. Une minuscule quantité d'aspartame, d'un dixième de calorie, a le même pouvoir sucrant qu'une càc de sucre soit 16 calories.

Il est acariogène.

3.3.4. Restriction

À température élevée (supérieure à 120 °C), les composants de l'aspartame se séparent ce qui diminue le pouvoir sucrant. Il y a donc perte de la saveur sucrée des produits.

3.3.5. Applications

Les principaux domaines d'application sont les suivants :

- concentrés déshydratés de boissons
- jus
- édulcorants de table
- sirops et nappages
- puddings, crème à fourrer, gélatines
- chocolat
- confitures, gelées et marmelades
- desserts congelés
- chewing-gums
- multivitamines
- yaourts
- bonbons, confiseries
- boissons chocolatées
- produits pharmaceutiques
- limonades

3.3.6. Innocuité

Les personnes atteintes d'une maladie héréditaire appelée **phénylcétonurie** (PCU) ne savent pas métaboliser correctement la phénylalanine.

L'étiquetage de tous les aliments contenant de l'aspartame doit donc porter la mention **« contient de la phénylalanine »**

3.4. L'acésulfame K ou acétosulfame

3.4.1. Description

C'est un édulcorant non calorique découvert en 1967.

3.4.2. Pouvoir édulcorant

130 à 200 fois supérieur à celui du sucre.

3.4.3. Métabolisme

Il n'est pas métabolisé par l'organisme et est excrété tel quel par les reins.

3.4.4. Avantages

Il permet de réduire la teneur calorique des denrées dans lesquelles il est utilisé en remplacement du sucre.

Il permet une perception rapide du goût sucré, se conserve bien, résiste à la chaleur et convient donc à la cuisson mais aussi aux diabétiques.

3.4.5. Restriction

Il peut laisser un léger arrière-goût amer lorsqu'il est utilisé seul dans certains aliments en fonction des quantités utilisées.

3.4.6. Applications

Il est aussi utilisé dans de nombreux produits :

- boissons chaudes
- limonades
- édulcorants de table
- crèmes glacées
- concentrés déshydratés de boissons
- jus de fruits
- dentifrices et collutoires
- chewing-gums
- produits laitiers
- confiseries et pâtisseries
- desserts, gélatines
- cocktails de fruits, gelées
- produits pharmaceutiques

4. Les édulcorants intenses d'origine végétale

Ce sont des substances issues de végétaux qui ont un pouvoir sucrant très puissant mais dont le goût persiste en bouche au-delà de 30 minutes devenant alors désagréable.

4.1. La glycyrrhizine

Elle est extraite de la réglisse et on la retrouve dans l'*antésite* et le *pastis sans alcool*.

Cependant, une consommation excessive et prolongée (soit 0,5 L de pastis pur ou 1 L de boisson reconstituée à l'antésite) peut entraîner une *hypokaliémie*, une *rétention de sel* et une *HTA*.

4.2. La thaumatine

4.2.1. Description

C'est un édulcorant protéiné virtuellement non calorique et exhausteur de goût. Il est extrait du Katemfe qui est un fruit provenant d'un arbre d'Afrique de l'Ouest (*Thaumatococcus daniellii*).

4.2.2. Pouvoir édulcorant

Il est d'environ 2 000 à 3 000 fois supérieur à celui du sucre.

4.2.3. Métabolisme

La thaumatine est métabolisée par l'organisme comme toute autre protéine alimentaire.

4.2.4. Avantages

C'est une substance totalement naturelle à pouvoir sucrant intense. Elle est stable en forme lyophilisée et est soluble dans l'eau, les polyols et l'alcool aqueux. Elle est acariogène.

4.2.5. Restriction

Le goût sucré est perçu de manière différée et elle laisse ensuite un arrière-goût persistant de réglisse. Elle est instable à la chaleur (four ou ébullition).

4.2.6. Applications

Elle est essentiellement utilisée comme exhausteurs de goût dans les produits suivants :

- boissons caféinées
- mets aromatisés, desserts
- sauces au soja
- yaourts
- chewing-gums
- confitures et marmelades
- conserves de poisson
- produits pharmaceutiques

4.3. La stévioside

Elle provient d'une plante sud-américaine et possède un pouvoir sucrant égal à 240.

4.4. La monelline

Elle est extraite d'une plante grimpante africaine et son pouvoir sucrant est égal à 3 000 mais son goût persiste longtemps en bouche.

4.5. La miraculine

Elle est extraite de baies et présente un faible pouvoir sucrant mais elle fait percevoir les saveurs acides comme des saveurs sucrées.

14

Les nouvelles technologies alimentaires

Introduction

Au cours du XX^{e} siècle, nos habitudes alimentaires ont changé de façon spectaculaire. Ainsi, pendant les cinquante premières années et surtout à la suite immédiate de la Seconde Guerre mondiale, la nourriture était simplement considérée comme une source d'énergie.

Aujourd'hui, elle est également perçue comme un phénomène sensoriel et socioculturel. Autant que de procurer du plaisir, nous attendons maintenant de l'alimentation qu'elle puisse améliorer notre santé et notre bien être.

Par ailleurs, nombre d'entre nous souhaitent une alimentation rapide et pratique à préparer tout en restant saine et savoureuse.

De nouvelles technologies se sont donc progressivement développées afin de satisfaire la demande des consommateurs.

1. Les buts de la technologie moderne

La technologie vise à produire des denrées à la fois pratiques à consommer, à conserver et nutritives tout en préservant l'environnement. Tous les éléments de la chaîne alimentaire sont ainsi sollicités à savoir : la recherche, le conditionnement, le transport et la distribution. La biotechnologie contribue donc à l'amélioration de la qualité et de la sécurité ainsi qu'à l'innovation.

2. *Principaux exemples d'application des nouvelles technologies alimentaires*

2.1. L'extrusion

Cette méthode consiste à condenser des aliments pour en faire une masse semi-solide qu'on fait ensuite passer à travers une petite ouverture afin de varier les textures, les formes et les couleurs de l'alimentation de base.

Cette technique a donc permis de mettre sur le marché des denrées présentant de nouvelles formes et de nouvelles couleurs tels que des snacks, des céréales pour petit-déjeuner, des confiseries et même certains aliments pour animaux.

Cette méthode permet entre autre de mieux conserver les denrées puisqu'elle diminue leur aw et contrôle ainsi la dégradation du produit.

Remarque : le procédé d'extrusion est utilisé dans la préparation des rations pour les randonnées ou les missions de combat ainsi que dans l'alimentation distribuée au cours des catastrophes naturelles ou en période de famine. Le recours à cette technique pour la fabrication de denrées nouvelles et innovantes ouvre donc de grandes perspectives pour la production d'aliments.

2.2. Les aliments fonctionnels ou « alicaments »

Ce sont des aliments qui contiennent des ingrédients qui présentent des qualités physiologiques supplémentaires par rapport à leur valeur nutritive de base.

Au niveau européen, les principaux exemples d'aliments fonctionnels déjà présents sur le marché sont les suivants :

- *les laits fermentés* avec certaines souches bactériennes spécifiques qui exerceraient des bienfaits sur les intestins ;
- *les margarines ou substituts du beurre* qui auraient un effet sur la cholestérolémie ;
- *les huiles de poisson sans cholestérol* ;
- *le pain enrichi en oméga 3* ;
- *les huiles ayant une composition en acides gras contrôlée* avec une augmentation des acides gras insaturés, une diminution des acides gras saturés sans hydrogénation des graisses et sans formation d'acides gras trans.

Il est cependant important de noter que même si le marché des aliments fonctionnels a un très fort potentiel, il est nécessaire que les propriétés qu'on leur prête soient fondées sur des faits scientifiquement avérés.

2.3. Les OGM (organismes génétiquement modifiés)

Le but des OGM est d'obtenir des variétés de plantes plus aptes à lutter contre les agressions de l'environnement telles que les maladies ou herbicides.

La biotechnologie permet donc d'aider les scientifiques à améliorer les récoltes qualitativement et quantitativement en assurant les besoins alimentaires du XXI^{e} siècle.

Ainsi, on s'efforce actuellement de créer des cultures qui résistent à la sécheresse.

Un autre développement attendu à court terme concerne celui d'un riz ayant un profil protéique amélioré qui permet d'inclure un taux plus élevé de lysine. Ceci pourrait contribuer à réduire la cécité des enfants en Chine provoquée justement par un déficit en cet acide aminé indispensable.

Grâce à des techniques de plus en plus sophistiquées, la recherche se tournera également vers des plantes modifiées pour leurs qualités nutritives et leur action bénéfique sur la santé. Il sera alors possible d'ajouter aux aliments traditionnels des caractéristiques spécifiques répondant à des besoins particuliers.

3. *Réglementation*

Les denrées alimentaires issues des biotechnologies sont régies par le *Règlement sur les nouveaux aliments et ingrédients alimentaires* et de la *directive 90/220 sur les organismes génétiquement modifiés*.

Conclusion

La biotechnologie moderne possède donc une capacité d'amélioration de la qualité de nos aliments si nécessaire : goût, saveur, caractéristiques nutritionnelles, préservation de l'environnement par réduction des substances chimiques et finalement possibilité d'offrir à moindre coût des produits plus sûrs.

On pourrait donc espérer entre autre dans l'avenir :

- des aliments plus riches en vitamines, en minéraux et en protéines ou contenant moins d'acides gras saturés qui permettront une meilleure hygiène alimentaire ;
- des fruits et des légumes qui se conservent mieux ;
- des cultures capables de résister aux bactéries et aux virus et de se défendre sans traitement chimique contre les attaques d'insectes ;
- des cultures offrant une meilleure tolérance aux herbicides.

Ces avantages permettront donc de produire des aliments de meilleure qualité et moins chers dont pourront bénéficier plus de populations à travers le monde.

15

Aliments et boissons destinés à une alimentation particulière

Introduction

C'est une évidence, nous mangeons pour assurer nos fonctions vitales. Or, les besoins nutritionnels varient en fonction de l'âge, du sexe, de l'activité physique et de l'état physiologique (croissance, grossesse, allaitement) ou pathologique.

Pour répondre à tous ces besoins, nous puisons donc l'énergie et les nutriments nécessaires dans les aliments que nous consommons.

Certains laboratoires ont donc élaboré des produits destinés à répondre tout particulièrement aux exigences nutritionnelles de chacun. Ces produits doivent remplir trois conditions :

- du fait de leur teneur particulière ou du procédé particulier de leur fabrication, ils doivent *se distinguer des produits alimentaires courants* ;
- ils doivent *répondre à un besoin nutritionnel spécifique* ;
- pour leur présentation, ils doivent *indiquer clairement qu'ils répondent à cet objectif nutritionnel.*

Ces produits conviennent donc particulièrement à des cibles déterminées de la population.

1. Les produits de régime

Certaines pathologies ou troubles du métabolisme nécessitent la mise en place de régimes bien spécifiques. Ces régimes imposent aux malades la consommation de produits diététiques adaptés.

Les produits de régimes sont donc des aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales, c'est-à-dire qu'ils apportent une solution nutritionnelle adaptée aux différents problèmes de chacun.

1.1. Les produits hyposodés

1.1.1. Pathologie

Certaines pathologies telles que les *maladies cardiovasculaires*, *l'hypertension* ou les *maladies rénales*, imposent aux malades une surveillance très précise de la quantité de sodium ingérée quotidiennement.

Le recours à des produits hyposodés est, pour ces personnes, indispensable de manière plus ou moins stricte en fonction de la sévérité de la maladie.

1.1.2. Attentes spécifiques

Les malades rencontrant ces pathologies doivent surveiller très précisément leur alimentation afin de pouvoir contrôler la quantité de sodium ingéré quotidiennement.

L'information concernant le taux de sodium contenu dans les aliments qu'ils consomment est donc capitale. Or, seuls des produits spécifiques hyposodés apposent sur l'emballage cette indication essentielle.

1.1.3. Réglementation

Les produits hyposodés répondent à deux conditions :

- *avoir été préparés sans aucune addition de sodium* ;
- *avoir subi un traitement entraînant une diminution de la quantité de sodium* que renferment naturellement leurs composants de manière à ne contenir pas plus de 120 mg de sodium pour 100 g de produit prêt à consommer.

Les produits hyposodés sont également appelés produits « **appauvris en sodium** » ou « **à teneur en sodium très réduite** ». Ces mentions peuvent être remplacées par « très appauvris en sodium » ou « à teneur très réduite en sodium » lorsque leur teneur en sodium n'excède pas 40 mg pour 100 g d'aliments prêts à consommer.

Remarque : il est très important de ne pas confondre produits hyposodés et produits **« sans sel ajouté »**. En effet, la mention « sans sel ajouté » n'indique que l'absence d'ajout de sel (chlorure de sodium) lors de la fabrication du produit. Elle ne prend pas en compte les normes de la réglementation (affichage et respect des taux de sodium préconisé). La consommation de ce type de produits, dans le cadre d'un régime hyposodé strict, peut donc constituer un danger pour le consommateur.

1.1.4. Exemples

De nombreux produits adaptés et savoureux existent. En voici quelques exemples :
- conserves de viandes ;
- conserves de charcuteries ;
- conserves de poissons ;
- conserves de légumes ;
- condiments (sel, moutarde, ketchup, bouillon cube) ;
- sauces ;
- plats cuisinés ;
- chips ;
- biscuits...

1.2. Les produits sans gluten

1.2.1. Pathologie associée

Les personnes souffrant de la **maladie cœliaque** sont dans l'obligation de consommer des produits sans gluten. Cette maladie est une affection due à une intolérance au gluten, ensemble de protéines présentes dans certaines céréales qui sont :
- le blé ;
- l'orge ;
- l'avoine ;
- le seigle.

Les produits courants du commerce sont donc à proscrire (pain, pâtes, gâteaux, farines...) et à remplacer par des produits autorisés (riz, maïs, légumes, fruits...) ou de substitution.

Mais il convient d'être très vigilant avec certains produits courants contenant des additifs et auxiliaires technologiques à base de blé qui ne sont pas toujours étiquetés. Ainsi, seule la mention « **sans gluten** » fait foi.

1.2.2. Les différentes gammes de produits sans gluten

De nombreuses marques proposent ces produits :
- des farines ;
- des pains ;
- des biscottes ;
- des pâtes et des semoules ;
- des biscuits et des viennoiseries ;
- des fonds de tarte ;
- des céréales pour petit-déjeuner ;
- des produits apéritif ;
- des desserts et des gâteaux.

1.3. Les produits hyperprotidiques/hypercaloriques

Ces aliments diététiques sont destinés à des fins médicales spéciales. Ils sont spécifiquement adaptés aux situations de dénutrition globale de type protéino-énergétique.

Ils sont donc à prescrire :

- *chez tous les patients en situation de dénutrition protéique* : personnes âgées, personnes atteintes de cancer, du VIH ou de toute autre pathologie hypercatabolique ;
- *pour les troubles de l'alimentation* : anorexie, troubles mécaniques de la mastication ou déglutition douloureuse.

Ces produits peuvent aussi présenter d'autres spécificités nutritionnelles en prévention de certaines pathologies. Ainsi, ils peuvent être sans gluten, sans lactose, sans résidu et adaptés au régime hyposodé.

Différents laboratoires, spécialistes de la nutrition clinique orale en proposent une large gamme tels que des potages, des crèmes sucrés, des boissons sucrées, des poudres, des gelées aromatisées, des préparations céréalières...

1.4. Les produits hypoprotidiques

Le régime hypoprotidique présente deux indications majeures :

- *pathologies hépatiques* ;
- *pathologies rénales.*

Ce régime nécessite donc une réduction quantitative des aliments riches en protéines tels que les viandes, les œufs, les poissons et les produits laitiers tout en maintenant des quantités minimales pour permettre un apport adéquat en acides aminés essentiels et en micronutriments.

Différents aliments sont ainsi proposés sur le marché : des biscuits, des boissons, des entremets aromatisés, des substituts d'œuf, des sauces, des soupes, des purées, des pâtes, des semoules.

1.5. Les laits sans lactose

Certaines personnes présentent une **intolérance au lactose**, en raison d'une altération des fonctions enzymatiques. Elles ne peuvent donc plus consommer le lait du commerce, car la présence de lactose leur provoque des troubles gastro-intestinaux.

Ainsi, de nombreuses marques proposent des laits sans lactose qui conservent les qualités nutritionnelles du lait (source de calcium, protéines de haute valeur biologique et vitamines).

1.6. La nutrition entérale

L'état de certains patients ne leur permet plus de se nourrir par voir orale. Ils doivent donc être nourris par **voie entérale**, à l'aide de « poches » contenant des mélanges nutritifs adaptés spécifiquement à leurs besoins nutritionnels.

Ces aliments diététiques sont donc destinés à des fins médicales spéciales.

Il existe une gamme tout autant diversifiée de ces produits que celle que nous avons vue précédemment avec la nutrition clinique orale.

2. *Les aliments allégés et à valeur énergétique réduite*

2.1. La réglementation des produits allégés et à valeur énergétique réduite

L'emploi du qualificatif allégé ne peut s'appliquer qu'à des denrées d'alimentation courante à condition que cet allégement ne change pas fondamentalement la nature du produit. Ceci exclut donc les produits destinés à une alimentation particulière (produits diététiques) et les produits de régimes hypocaloriques et hypoglucidiques.

La présentation de ces produits ne doit mentionner aucune indication relative à l'amaigrissement ou au régime.

La dénomination de vente de ces produits doit être complétée par l'allégation nutritionnelle « **allégé en** » ce qui entraîne une obligation de l'étiquetage nutritionnel.

Sur l'étiquetage, devra aussi être mentionné le pourcentage de réduction du constituant.

2.2. Les différentes étapes de fabrication d'un aliment allégé

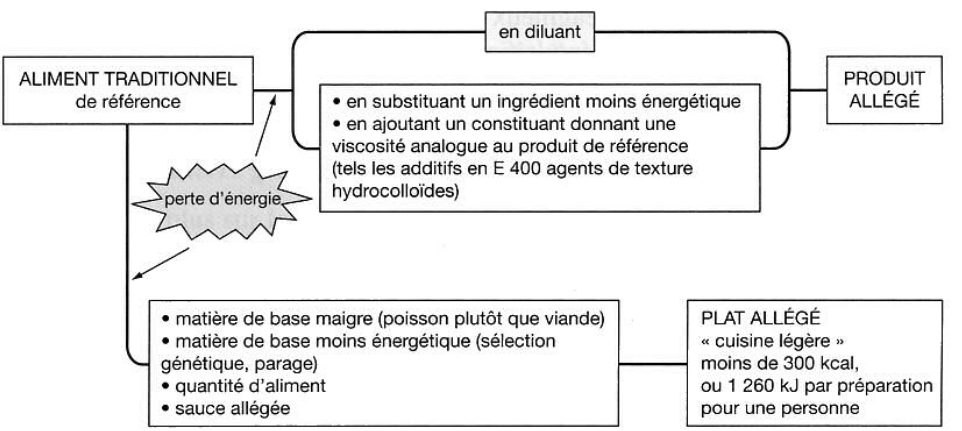


Figure 47 ■ Schéma d'obtention d'aliments allégés.

2.3. Les substituts utilisés

2.3.1. Substituts de matières grasses

▶ SUBSTITUTS DE NATURE LIPIDIQUE

Ils ont l'avantage de posséder toutes les caractéristiques technologiques des matières grasses mais en étant peu énergétiques.

Leur absorption est diminuée en diminuant l'action des lipases sur leurs constituants.

▶ SUBSTITUTS DE NATURE GLUCIDIQUE

- ***Les maltodextrines***

Elles proviennent de l'hydrolyse des amidons de maïs, tapioca, blé et pomme de terre.

Même si elles apportent 17 kJ/g, elles sont utilisées sous forme de gels qui retiennent de grandes quantités d'eau et le gain d'énergie est considérable par rapport à l'utilisation de lipides.

- ***Les polymères du glucose***

Ils ne sont pas absorbés par l'intestin grêle mais fermentent dans le côlon. Leur valeur énergétique est de 4 à 6 kJ/g seulement.

▶ LES SUBSTITUTS DE NATURE PROTÉIQUE

On utilise des dérivés de protéines tels que les protéines de blanc d'œuf, de lait, de poisson, de viande, de protéagineux et oléagineux.

Ils ont un pouvoir *liant, émulsifiant, moussant, hydratant épaississant* et *retiennent fortement l'eau*. Ils remplacent l'impression en bouche de crémeux et d'onctuosité des matières grasses.

Cependant, ils ne peuvent subir un chauffage à plus de 60 °C car cela provoquerait une dénaturation de la structure protéique.

Leur valeur énergétique varie de 6 à 17 kJ/g.

2.3.2. Les substituts du saccharose : les édulcorants

▶ LES ÉDULCORANTS DE CHARGE

Voir chapitre sur les édulcorants.

▶ LES ÉDULCORANTS INTENSES

Voir chapitre sur les édulcorants.

2.4. Exemples d'aliments à teneur en matières grasses « diminuée », « allégée », « réduite » existant dans le commerce

2.4.1. Les produits laitiers

▶ LE LAIT

Il s'agit du lait 1/2 écrémé et écrémé.

▶ LES CRÈMES LÉGÈRES

Leur teneur en lipides est supérieure à 12 % mais inférieure à 30 %. Elles existent sous diverses formes : pasteurisées, stérilisées UHT, sous pression... (*voir chapitre sur les matières grasses*).

▶ LES LAITS MODIFIÉS

On les dénomme maigres et on trouve dans cette catégorie certains laits fermentés, desserts lactés frais et laits gélifiés...

▶ LES FROMAGES FRAIS MAIGRES

Leur teneur en matières grasses ne doit pas dépasser 20 %.

▶ LES FROMAGES AFFINÉS

Ils doivent contenir 1/3 de calories en moins que leur homologue traditionnel mais il est nécessaire d'augmenter leur teneur protéique afin de maintenir leur structure.

▶ LES FROMAGES FONDUS

Grâce aux mélanges réalisés qui peuvent facilement être dosés, on peut obtenir une réduction calorique variable et significative.

2.4.2. Les matières grasses

De plus en plus sur le marché, on trouve des corps gras allégés sous forme de pâtes allégées mais qui peuvent aussi être utilisée tels quels de manière industrielle dans des produits comme les viennoiseries, les pâtisseries...

2.4.3. Les produits de charcuterie et de salaison

Les lipides peuvent être diminués de deux manières :

- *en augmentant les protéines* en utilisant les propriétés liantes des protéines d'œufs, du lait, de la gélatine, des viandes de volailles, des protéines végétales ;
- *en augmentant légèrement les glucides* en utilisant des amidons ou des additifs épaississants et gélifiants.

Ces produits doivent avoir été allégés de 50 % de leur teneur en lipides par rapport au taux de matières grasses autorisé dans les préparations traditionnelles.

2.4.4. Les sauces à base d'huile

▶ LES MAYONNAISES

Elles contiennent en moyenne 38 % de lipides contre 78 % pour les mayonnaises traditionnelles. Leur valeur énergétique passe donc de 3 000 kJ (700 kcal) à 1 600 kJ (400 kcal)/100 g.

▶ LES VINAIGRETTES

Le pourcentage d'allégement peut aller jusqu'à 60 % de l'apport énergétique global.

2.4.5. Les aliments préparés avec moins de corps gras

▶ LES GRAINES OLÉAGINEUSES GRILLÉES À SEC

Ces produits ayant au départ une forte densité énergétique et l'huile utilisée pour le grillage naturel ne représentant que 4 % de l'apport énergétique global du produit, le grillage à sec modifie peu leur valeur énergétique.

▶ LES CHIPS ALLÉGÉS

La teneur lipidique est réduite à 25-30 % contre 35-45 % pour les chips traditionnels cependant, il y a augmentation de la teneur en glucides ce qui fait une différence calorique faible de seulement 210 kJ (50 kcal) /100 g.

▶ LES CROÛTONS ALLÉGÉS

Leur teneur lipidique est d'en moyenne 13 % contre 30 % pour les croûtons traditionnels.

2.4.6. Les produits à teneur réduite en cholestérol

On élimine le cholestérol ou on diminue le taux de cholestérol en éliminant totalement ou partiellement les matières grasses animales.

2.5. Exemples d'aliments à teneur en sucre « diminuée », « allégée », « réduite » existant dans le commerce

Sur l'étiquetage, on trouve alors les mentions :

- ***« à valeur énergétique réduite » ou « sans sucres ajoutés »*** s'ils contiennent des édulcorants ;
- ***« à valeur énergétique réduite »*** si la valeur énergétique est réduite d'au moins 30 % par rapport au produit de départ.

2.5.1. Les confitures, gelées et marmelades

On diminue la quantité de sucre ajouté par l'addition de fruit, d'eau, de fructose en remplacement du saccharose ou d'édulcorants intenses (acésulfame de potassium, aspartame, cyclamate, saccharine).

Cependant, l'aw est augmentée par rapport aux produits traditionnels. Leur conservation doit donc se faire au réfrigérateur.

2.5.2. Les boissons rafraîchissantes sans alcool (BRSA)

On utilise les mêmes édulcorants intenses que précédemment.
Voir chapitre sur les boissons.

2.5.3. Les produits à base de cacao et de chocolat

On remplace totalement le saccharose par des édulcorants qui sont :
- *du fructose* mais leur valeur énergétique reste très proche même si la quantité de fructose utilisée est plus faible ;
- *des polyols ou des édulcorants de synthèse.*

Cependant, il est nécessaire d'augmenter les matières premières de bases du cacao d'où une saveur forte de chocolat. De plus, l'apport en lipides est augmenté avec une teneur de 40 % en moyenne contre 30 % pour le chocolat noir d'où une valeur énergétique qui augmente.

2.5.4. Les desserts lactés frais

On utilise des édulcorants de synthèse et des extraits d'algues pour remplacer le sucre ce qui diminue l'apport énergétique de 35 à 50 % par rapport à leurs homologues.

2.5.5. Les gommes à mâcher

Le sucre est remplacé par les polyols ou des édulcorants de synthèse. Le but étant de réduire la formation de caries dentaires.

2.6. Les plats cuisinés allégés

Ils ne doivent pas dépasser 1 250 kJ (300 kcal) par portion soit 420 kJ (100 kcal)/100 g.

Conclusion

L'apparition des aliments allégés en 1980 et leur forte consommation a permis de faire connaître au consommateur des produits de saveur et de texture différentes. Cependant, il est recommandé d'adopter une certaine prudence vis-à-vis de ces produits et de toujours se référer à l'étiquetage.

Achevé d'imprimer sur G print 80 g en octobre 2005
sur les presses de la Nouvelle Imprimerie Laballery
58500 Clamecy
Dépôt légal : octobre 2005
Numéro d'impression : 510027
N° 810

Imprimé en France

Connaissance des aliments

Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique

Ce manuel, conforme au référentiel du BTS diététique, fournit au lecteur les connaissances indispensables dans le domaine des aliments et de leur utilisation, qu'il s'agisse d'aliments traditionnels, nouveaux ou destinés à une alimentation particulière. Il permet ainsi de maîtriser :

- la composition quantitative et qualitative des aliments ;
- la microbiologie, la virologie, la parasitologie et la toxicologie alimentaires ;
- les incidences des technologies de fabrication, des procédés de conservation et des utilisations culinaires sur les qualités organoleptiques, nutritionnelles et sanitaires des aliments.

L'étude de chacun des 12 groupes d'aliments (lait et produits laitiers ; viandes ; produits de la pêche ; œufs et ovoproduits ; produits céréaliers ; légumes et fruits ; légumes secs et soja ; produits sucrés ; corps gras alimentaires ; boissons ; herbes, épices et condiments ; édulcorants) comporte :

- l'évolution de la consommation et la consommation actuelle ;
- les caractéristiques physicochimiques et organoleptiques ;
- les intérêts nutritionnels, les équivalences alimentaires, la place dans l'alimentation rationnelle ;
- les caractères hygiéniques (parasitologiques, microbiologiques, toxicologiques) ;
- les technologies de fabrication, transformation, conservation et distribution ;
- la diffusion et les utilisations au niveau familial et collectif ;
- le rapport qualité-prix.

Destiné aux étudiants des BTS diététique et des IUT génie biologique, option diététique, *Connaissances des aliments – Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique* s'adresse également aux diététiciens en exercice.

Émilie Fredot, diététicienne, est professeur en BTS diététique à l'ICOGES (Paris).

2-7430-0810-5

9 782743 008109